

北 極 科 学 研 究 会

平成4年12月17日

国立極地研究所

北極圏環境研究センター

ARCTIC SCIENCE WORKSHOP

December 17, 1992

Arctic Environment Research Center
National Institute of Polar Research

ま え が き

北極科学研究会は、1991年12月10・11日の両日に開催したのが最初です。それは平成3年度科研費総合研究B「北極科学研究の国際対応と研究推進の方策の調査」(代表者 極地研北極圏環境研究センター 小野延雄)の中で企画したものでした。

北極科学研究は国際共同研究から個人調査まで色々なレベルで進められており、北極圏国との協力の姿も多様性に飛んでいます。誰が何処でどのような北極研究をどのような姿で実施しているかを、その学術的計画および成果だけでなく、国際協力のノウハウなども加えてお聞かせ頂ける情報交流の場があったらと考えて企画しました。

その後、そのときの参加者から有益であったとの声と共に平成4年度には開かないのですかとのお問い合わせもあって、1992年12月17日に北極科学研究会を開きました。しかし、旅費を確保している会合ではないので、国立極地研究所の行事などに付随させながらの開催となりました。今後も毎年継続することになれば、これらは第1回、第2回の北極科学研究会と呼ばれるようになるかと思います。

第1回の講演要旨は、科研費の報告書の中に位置づけて印刷しました。第2回の講演要旨は、この度このような姿で出させていただきます。研究会の後すぐに原稿をお出し頂いた方々には、1年近くたっての印刷となったことをお詫びします。

1993年12月

国立極地研究所北極圏環境研究センター

小 野 延 雄

目次

1' - 3'

1. 極域における氷河の後退と植物群落の出現 1 - 3
増沢武弘（静岡大理）・神田啓史（極地研）
2. Field activities of the Japanese Arctic Glaciological Expedition to 4 - 12
western Spitsbergen in 1991 and 1992 (JAGE 1991-1992)
高橋修平（北見工大）・小林俊一（新潟大）・渡辺興亜（極地研）
3. アラスカにおけるエアロゾル観測（Ⅰ） 岩坂泰信（名大S T E研） 他12名 13-18
4. アラスカにおけるエアロゾル観測（Ⅱ） 岩坂泰信（名大S T E研） 他14名 19-23
5. 北極基地ニールスンにおける超高層物理観測 24-26
西野正徳・田中義人・小口高（名大S T E研）
6. スピッツベルゲンの開放系ピングの変形 27-28
森脇喜一（極地研）・松岡憲知（筑波大）・平川一臣（北大）
三浦英樹（都立大）・小嶋 尚（明治大）
7. Spitsbergen島、Adventdalen 中流部の地形 29-30
小嶋 尚（明大文学部）・澤柿教伸（北大地球環境科学研究科）
8. スピッツベルゲン島、Moysalbreen・Glottfjellbreen の ice-cored moraine 31-35
：サージ氷河と非サージ氷河のティル生成および氷上流路の作る微地形
長谷川裕彦（明治大）
9. スバルバル諸島ニールスン基地における大気微量成分観測 36-40
青木周司・和田 誠・渡辺興亜（極地研）
10. 1991, 1992年の Ny-Alesund での雲と降水の観測 41-44
和田 誠（極地研）・小西敬之（大阪教育大）
11. スバルバル諸島ブレッガー氷河における氷河湖崩壊洪水 45
伊藤 一（極地研）
12. チュクチ海における気象・雪氷観測（1992年秋季）の概要 46-49
中村 亘（海洋科技セ）
13. Ice-Ocean Environmental Buoy による観測 50-53
中村 亘（海洋科技セ）
14. ポーカフラットにおける中層大気共同観測計画 54-56
森 弘隆（通総研）

15. 磁場・オーロラの北極広域多点観測 57-61
林 幹治・國分 征（東大理）
16. カナダ北極圏気象観測予備調査 Resolute Bay 及び Cambridge Bay の報告 62-65
木村龍治・坪木和久（東大海洋研）
17. End products of photosynthesis by Ice Algae in Resolute Bay, Canadian Arctic 66-70
田口 哲（北海道区水産研）・Ralph Smith
18. The relationship between vertical migration and feeding rhythm of 71-73
Pseudocalanus spp. under the ice at Saroma Lake
斉藤宏明（北海道区水産研）・服部 寛（北海道東海大）
19. '92シベリア永久凍土調査報告 74
福田正己（北大低温研）
20. イヌイットの伝統的生業に関する民族考古学調査 75-78
ーカナダ極北圏、ペリーベイにおける1992年の学術調査ー
熊崎 保（早稲田大文）
21. 自動濃縮／キャピラリーGC／MSを用いた北極域（アラート）の 79-81
大気中微量有機物質の連続測定
横内陽子（環境研）
22. OUTLINE OF THE JAPANESE ARCTIC GLACIOLOGICAL EXPEDITION (JAGE) in 1991-1992 82-89
渡辺興亜（極地研）・高橋修平（北見工大）・小林俊一（新潟大）
23. 1992年夏季グリーンランド海調査速報 90-91
牛尾収輝（極地研）・本田明治（北大低温研）・伊藤 一（極地研）
24. FOREST TYPES AND A TENTATIVE ECOLOGICAL ZONATION OF KAMTCHATKA PENINSULA 92-96
小島 寛（富山大教養部）
25. 温室効果気体研究における北極域の役割 97-100
中澤高清（東北大理）

極域における氷河の後退と植物群落の出現

増沢 武弘 ・ * 神田 啓史

静岡大学理学部、静岡市大谷 836

電話：052-237-1765, FAX: 054-238-0986

* 国立極地研究所、東京都板橋区加賀1-9-10

電話：03-3962-4711, FAX: 03-3962-5701

Masuzawa, Takehiro ・ * Kanda, Hiroshi

Faculty of Science, Shizuoka University, Shizuoka 422, Japan

* National Institute of Polar Research, 1-9-10 Kaga, Itabashi, Tokyo 173, Japan

Relation between a glacial retreat and plant community at Ny-Aleusund
of Svalbard and east Alaska

1. はじめに

地質年代からみた第四紀には少なくとも5回の氷期があり、それらはドナウ、ギュンツ、ミンデル、リス、ウルムと名付けられている。一番最近の氷期はウルム氷期であり、これは1万～1万5千年前に終わったと言われている。現在日本列島の山岳地帯に分布している高山植物は、ウルム氷期に発達した氷河に大きな影響を受けている。氷期と氷期との間は間氷期と言われているが、この期間は気温が上昇し、氷河は極域に向かって大きく後退する。この時期に、北極域には高等植物の群落が広く成立していたが、このことは化石から証明されている。ウルム氷期には日本列島も広く氷河に覆われたが、その時期には、北極周辺から多くの植物が氷河とともに移動してきて定着していた。その後、現在の間氷期に入り、氷河とともにこれらの植物も極地に向かって移動した。このような植物群を植物相の観点から、周北極植物群と呼んでいる。この植物群は現在の日本列島では高山や北海道の山岳地帯に主として分布している。

周北極植物群に属する植物は、現在日本列島では高山植物として知られている。これらの高山植物には現在の北極域に生育している植物と同属、同種のものが数多くみられる。しかし分類学および形態学的に同種とされている植物でも、極地と高山帯に長期間隔離された場合には、その環境条件の違いから生理学的に変異が生じている可能性はあるものと推測されてる。増沢ら(1991)はチョウノスケソウ (*Dryas octopetal*) を例にその証明を試みた。

現在、極域・高山域において氷河の後退が多くの地域で報告されている。氷河が後退

した跡には、一次的には裸地が広がるが、まもなく植物の侵入がみられる。植物の侵入過程にはその地域の気候に適した順序があり、いずれは遷移の過程でクライマックス（極相）に到達する。このような現象は氷期が終了し、間氷期に入った時期には地球上の至る所で見られたものと思われる。ここでは日本の高山帯と極域に分布している同種の植物についてその生理生態学的な相違と氷河が後退したあとに成立したクッション植物の環境条件について述べる。

2、氷河後退後に成立したクッション植物群落

現在、極域・高山域において氷河の後退が多く地域で報告されている。スバルバル諸島はノルウェーの北、北緯74度から81度に位置し、その大部分が氷河に覆われている。ロングイヤービンおよびニーオルソン島においても氷河の後退がみられた。氷河後退直後に出現する植物は *Saxifraga* 属のものが一般的であるため、これらの分布状況および密度から、大まかな氷河後退時期の推定の可能性を見出した。同時に、スバルバル諸島と日本列島に生存している共通種（*Bistorta vivipara*, *Dryas octopetala*, *Eriophorum scheuchzeri*, *Oxyria digyna*, *Ranunculus pygmaeus*, *Ranunculus sulphureus*, *Saxifraga cernua*）の分布状態を調査した。また、*O. digyna*, *D. octopetala*, *P. viviparum* について、周辺の気温、葉温、地温などの微気象の測定を行った。典型的なクッションプラントである *Silene acaulis* については、クッション構造内部の温度環境の測定も行った。

測定は1992年の7月の晴天日に行った。気温は日中高温時には9～10℃、夜間の低温時には4～5℃となった。日中直接日光が当たると、クッション型の表面温度は16～18℃に上昇し、その反応は急速であった。しかしクッションの内部8 cmでは、日射量の変動には敏感ではなく、日中には徐々に上昇し、気温より若干高い値で安定していた。夜間の表面温度は日射があるにもかかわらず、内部8 cmの位置よりも1～2倍低い値を示した。クッション植物の表面は光合成の可能な新葉が密集しているが、気温の上昇とともに葉温は急速に上昇し、気温が6～8℃の時には、18～20℃の値となった。葉温の上昇は気温の低い環境において、光合成能力を高めている可能性を示唆している。土壌表面温度は葉温より高い値を示すことはなかった。

3、極域と高山帯の植物の生理生態

現在から約200万年前の第4紀更新世から、約1万年前の完新世初期までの間に、前述のように5回の氷期があった。氷期が訪れ、氷河の南下と共に南へ移動してきた周北極植物群は、氷河の拡大によって生じた寒冷な地域を中心に、その分布域を広げてい

った。この植物群はその代表種であるチョウノスケソウ *Dryas octopetala* の名にちなんでドリ阿斯植物群とも言われている。

日本列島ではいまから約 1～1.5 万年前に最後の氷期が終ったとされている。現在日本に分布しているチョウノスケソウは、その頃に日本に定着したものである。チョウノスケソウは現在では日本列島からアラスカ中央部まで分布しているが、この一群は同種とされている。

前述のように日本に分布するものは、アラスカのものと比較して分類学的にはほぼ同種とされているが、生理学的な性質には差異があるものと仮定し、光合成活性及び植物体内の物質量の測定を行った。葉の面積当たりの乾物量はより環境の厳しいアラスカのものが大きく、日本のものは葉面積が大きく、葉肉は薄かった (S, L, W は 9.03 と 7.35)。光合成能力は強光下で、日本産のものは高い値を示した。また、光合成最適温度は日本産のものはアラスカのより高い温度であった。両者の比較において、形態学的な差異よりも生理学的な差異の方が大きかった (表 1)。

Table 1. Morphology and specific leaf weight (mg/cm^2) of *D. octopetala* leaves in Alaska and South Alps (Japan).

	Alaska	South Alps
Number	20	20
Leaf length (mm)	16.9 (2.8)	17.0 (2.2)
Leaf width (mm)	7.4 (1.1)	11.2 (1.6)
Length / Width	2.29 (0.23)	1.52 (0.08)
Teeth per leaf	8.4 (1.3)	7.3 (1.1)
Mean dry weight (mg)	7.7 (2.2)	10.2 (3.3)
Mean leaf area (cm^2)	0.85 (0.24)	1.37 (0.37)
S. L. A. (mg/cm^2)	9.03 (0.65)	7.35 (0.68)

(SD)

Field activities of the Japanese Arctic Glaciological Expedition to western Spitsbergen in 1991 and 1992 (JAGE 1991–1992)

Shuhei TAKAHASHI¹, Shun'ichi KOBAYASHI² and Okitsugu WATANABE³

¹ Kitami Institute of Technology, Koen-cho 165, Kitami 090, Japan

² Research Institute of Hazards in Snowy Areas, Niigata University, Niigata 950–21, Japan

³ National Institute of Polar Research, Kaga 1–9–10, Itabashi-ku, Tokyo 173, Japan

(Received December 22, 1992 ; Revised manuscript received April 28, 1993)

Abstract

In order to study on the cryosphere-atmosphere interactions and climatic change, glaciological and meteorological observations were carried out on the glaciers in the western part of Spitsbergen, Svalbard, in 1991 and 1992. Snow sampling and meteorological observations were carried out on Brøggerbreen and Isachsenfonna in the summer of 1991. Two shallow ice-core drillings, 83.9 m and 24.4 m in depth, were carried out on Snøfjellafonna (the ice field in the southern part of Eidsvollfjellet) in the summer of 1992. Although the drilling sites were located in the highest area of western Spitsbergen, features of melt-water refreezing were found in ice-cores, and one borehole was filled with water. Data processing and ice core analyses are in progress.

1. Introduction

The Arctic region is not only a heat sink of the earth, but a sink area of aerosols and other substances transported from middle latitudes. In the polar regions, the atmosphere subsides owing to the outflow of cold air on the surface, and is replaced by the air from the upper part of troposphere. Accordingly, substances originated from middle latitudes are transported to the polar regions and precipitate on the glacier surface, so that the historical change of substances in the atmosphere and paleoclimatic record can be read from glacier ice cores.

In western Spitsbergen of Svalbard, several glaciological investigations have been carried out since the Norwegian-Swedish Expedition to West Spitsbergen in 1934. The Norwegian-Swedish Expedition studied the stratification of snow and firn (Ahlmann, 1935a), ablation (Ahlmann, 1935b), temperature profile of firn (Sverdrup, 1935a), heat budget for ablation (Sverdrup, 1935b) and other subjects. Recently, Hagen and Liestøl (1990) investigated the mass balance of Brøggerbreen and discussed its relation to climate warming. According to these investigations,

the glaciers in this region are temperate glaciers. Therefore, the existence of meltwater on the glaciers may affect stratification of firn and ice, which may give difficulty in the interpretation of the results of ice core analyses. We selected ice-core drilling sites at the highest area of western Spitsbergen where the effect of melting was thought to be the least. This report briefly describes field activities of the Japanese Arctic Glaciological Expedition in the western part of Spitsbergen in 1991 and 1992 (JAGE 1991–1992). Since 1987, JAGE has made glaciological investigations in the Arctic region, Greenland and Svalbard (Watanabe and Fujii, 1988, 1989).

2. Outline of field activities

To obtain a historical record of substances in the atmosphere and climatic change in the Arctic, ice-core samplings and meteorological observation were carried out on the glaciers around Ny-Alesund, western Spitsbergen, in the summers of 1991 and 1992 (Fig. 1).

In the summer of 1991, the main research area was Brøggerbreen and preliminary observations were

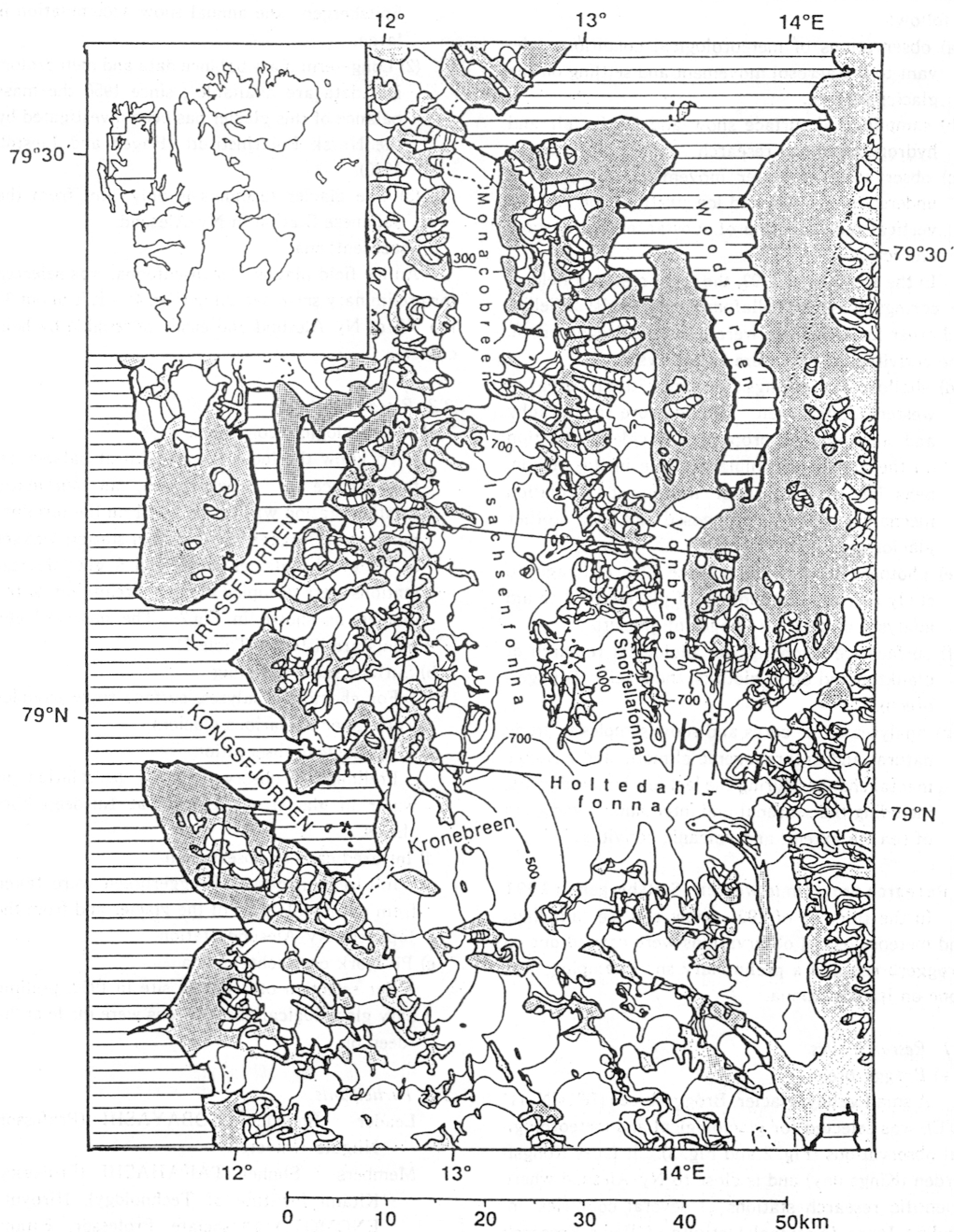


Fig. 1. Research areas of the Japanese Arctic Glaciological Expedition 1991 and 1992 in western Spitsbergen. (a) : Brøggerbreen (details in Fig. 2) ; (b) : Isachsenfonna and Snøfjellafonna (details in Fig. 4).

made on Isachsenfonna. The activities in 1991 were as follows :

- a) observations of meteorological conditions relevant to the aerosol movement and settling on the glacier surface.
- b) samplings of surface snow and ice for air and hydrogeochemical research.
- c) observation of water movement in glacier to understand the firn and ice stratification and the vertical redistribution of substances in the snow and ice.

In the summer of 1992, the main research field of ice corings was Snøfjellafonna near Eidsvollfjellet, and other ice samplings were made on Brøggerbreen. The activities in 1992 were as follows :

- d) shallow ice corings at high-altitude area in western Spitsbergen. The ice core stratigraphy and other physical properties provide information on the annual accumulation rate in this region, behavior of melt-water movement, formation mechanism of superimposed ice and other glaciological phenomena.
- e) photographing glacier surface infrared images to study thermal morphology of glaciers and to aid analyses of satellite images of glaciers.
- f) surface ice samplings for biological research of plankton and other biota on the glacier (Brøggerbreen).
- g) analyses of ice cores and snow samples to study natural and anthropogenic climatic and environmental changes during the last few hundred years, including the seasonal and inter-annual variation of sea ice extent, and volcanic activities.

3. Research program in western Spitsbergen in 1991

In the summer of 1991, snow and ice samplings and meteorological observations were carried out on Brøggerbreen and a preliminary snow sampling was done on Isachsenfonna.

3.1. Research sites

a) Brøggerbreen

A small valley-glacier, Brøggerbreen (78°54'N, 11°50'E), was selected for glaciological and meteorological observations (Fig. 2 and Fig. 3). It faces Kongssjorden (Kings bay) and is close to Ny-Alesund where scientific research stations of several countries, including Japan (National Institute of Polar Research (NIPR) maintains research facilities), are located. The reasons of selection are as follows :

- (1) This is a typical maritime glacier in western Spitsbergen ; the annual snow accumulation is large.
- (2) Long-term mass balance data and meteorological data are available ; since 1950 the mass balance of this glacier has been investigated by the Norsk Polarinstitutt (Hagen and Liestøl, 1990).
- (3) The glacier terminus is only 3km from the Japanese Station in Ny-Alesund.

b) Isachsenfonna

An ice field plateau, Isachsenfonna, was selected for preliminary snow sampling (Fig. 4). It is about 30 km NE of Ny-Alesund and easily accessible by helicopter.

3.2. Research subjects

a) Meteorological conditions

To know the local change of heat balance on the surface of Brøggerbreen, an automatic weather station was set up at P1 on the terminal moraine of Brøggerbreen, another station was set at P2 on the glacier head, and 5 glaciological stations were occupied along a stream line of the glacier, as shown in Fig.2. The observed elements are listed in Table 1.

b) Surface snow sampling

For chemical analyses, surface snow samples were taken at various glaciers.

c) Hydrological observation

Preliminary observations of percolation of water in glacier were made at 1m-deep bore-holes.

d) Infrared camera observation

Infrared images of Brøggerbreen were taken from the middle part of the glacier and from the Japanese Ny-Alesund Station.

e) Pit work on Isachsenfonna

For selection of a coring site in 1992, preliminary glaciological observations were made at 2m-deep pit.

3.3. Participants

Leader : Shun'ichi KOBAYASHI (Professor, Niigata University)

Members : Shuhei TAKAHASHI (Professor, Kitami Institute of Technology), Hiroyuki ENOMOTO (Associate Professor, Kitami Institute of Technology), Kumiko GOTO-AZUMA (National Institute Post Doctoral

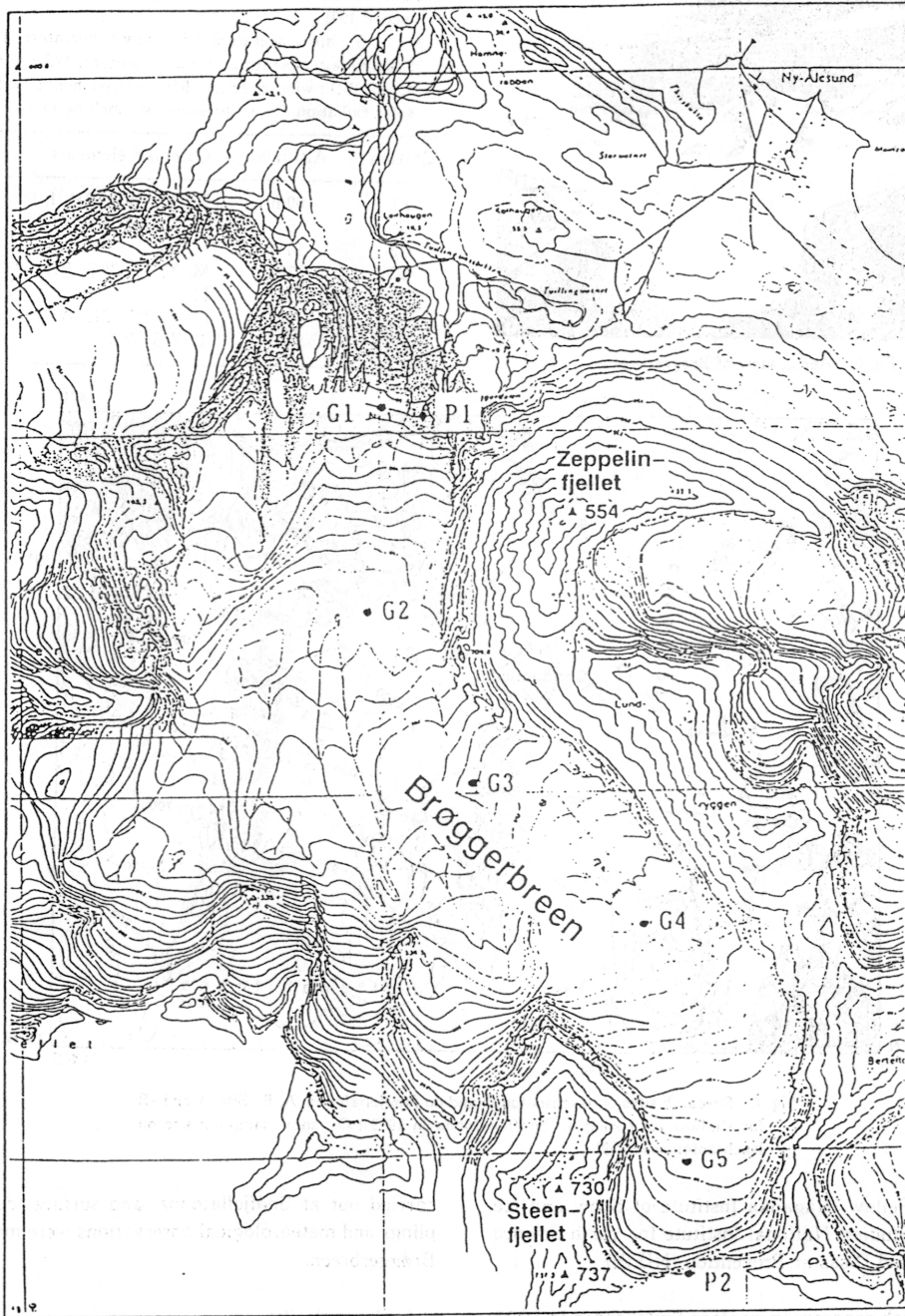


Fig. 2. Locations of observation points on Brøggerbreen in 1991. P1, P2 : automatic weather stations at the terminal moraine and at the glacier head respectively ; G1—G5 : observation points on the glacier.



Fig. 3. Aerial view of Brøggerbreen.

Table 1. Observed elements on Brøggerbreen in the summer of 1991.

T : air temperature, TS : snow temperature, TR : radiative temperature of glacier surface, WS : wind speed, WD : wind direction, RH : relative humidity, I : solar radiation, P : air pressure, M : melting rate.

Station	Altitude	Observed elements
P1	60m	T, WS, WD, RH, I, P
G1	60	M, T, TR, WS
G2	165	M
G3	230	M, T, TS, WS, RH
G4	315	M
G5	440	M, T, TS, TR, WS
P2	550	T, WS, WD

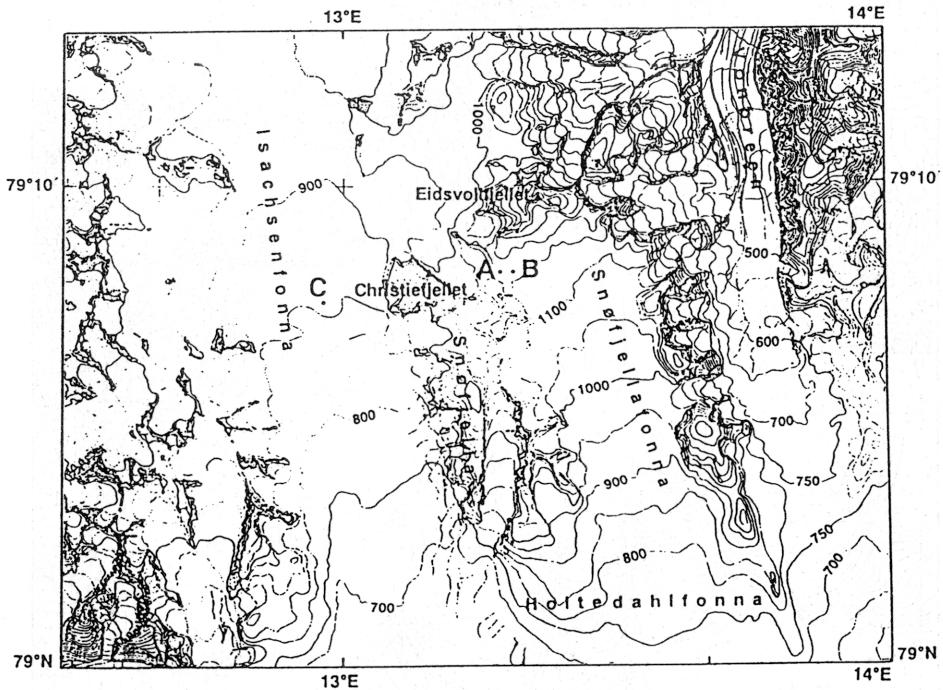


Fig. 4. Research sites on Isachsenfonna and on Snøfjellafonna. A, B : Site-A and -B for shallow ice coring on Snøfjellafonna in 1992 ; C : snow sampling site on Isachsenfonna in 1991.

Fellow, Nagaoka Institute of Snow and Ice Studies, National Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED)).

4. Research program in western Spitsbergen in 1992

In the summer of 1992, shallow ice-corings were

carried out at Snøfjellafonna, and surface ice samplings and meteorological observations were made on Brøggerbreen.

4.1. Research sites

Snøfjellafonna is a high ice field in the upper part of Holtedalfonna in western Spitsbergen (Fig. 4 and

Fig. 5). Coring sites were located on a col between Eidsvollfjellet (1451 m a.s.l.) and Christiefjellet (1245 m a.s.l.) as shown in Fig. 4. Site A ($79^{\circ}08'10''\text{N}$, $13^{\circ}17'30''\text{E}$, 1190 m a.s.l.) was just on the col, and Site B ($79^{\circ}08'10''\text{N}$, $13^{\circ}19'00''\text{E}$, 1160 m a.s.l.) was on a flat place lower than Site A. The sites were selected by the following reasons:

- (1) They are at high altitude which will lessen snow-melt and enable ice-core dating easy.
- (2) This is a typical maritime ice-field in western Spitsbergen.

- (3) Easy access from Ny-Alesund by helicopter (about 40 km).

Figure 6 shows a plan of coring sites. At first the coring site was Site-B, but the drill machine met a water-table at a depth of about 20m and the bore hole was filled with water. Since the electro-mechanical drill machine does not operate in the water, the coring site was moved to Site-A, about 500 m westward and 30 m higher than Site-B. The ice coring was done in a tent with $4.8\text{ m} \times 3.5\text{ m}$ in area and 2.3 m in height (Fig. 7 and Fig. 8). A trench with $5.5\text{ m} \times 2.3\text{ m}$ in area

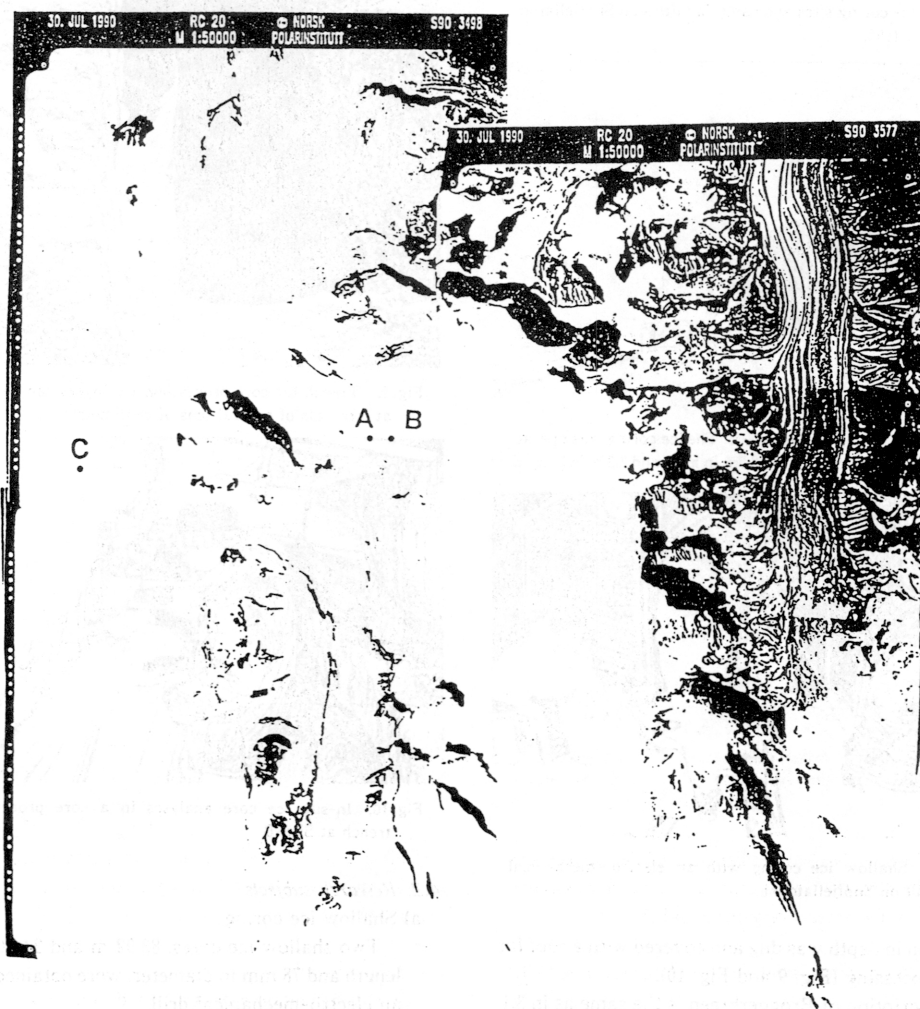


Fig. 5. Aerial photo of Snófjellafonna around research sites.

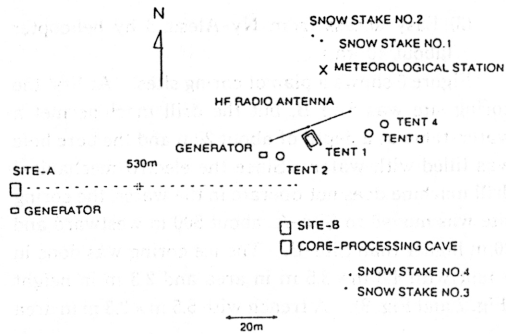


Fig. 6. Ice coring sites and camp facilities on Snøfjella in 1992.

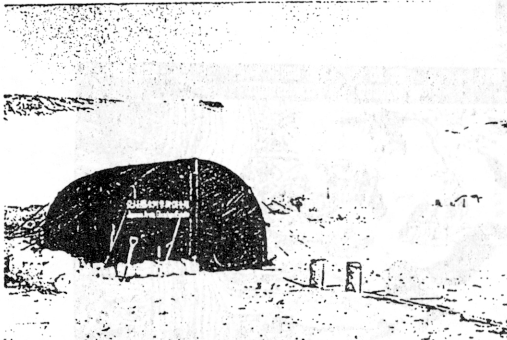


Fig. 7. Ice coring site at Site-B. The ice coring was operated in a tent with 4.8m x 3.5m in area and 2.3 m in height.



Fig. 8. Shallow ice coring with an electro-mechanical drill on Snøfjella.

and 2.1 m in depth was dug and covered with a roof for core-processing (Fig. 9 and Fig. 10).

Description of Brøggerbreen is the same as in 3.1.

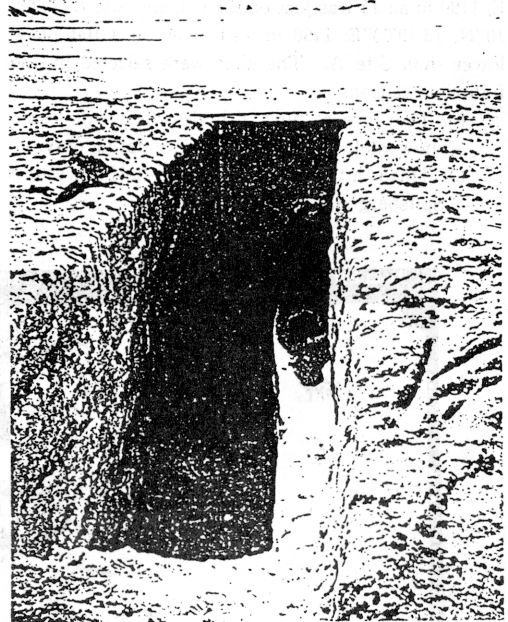


Fig. 9. Trench for core processing. Ice layers can be seen at intervals of several tens of centimetres.

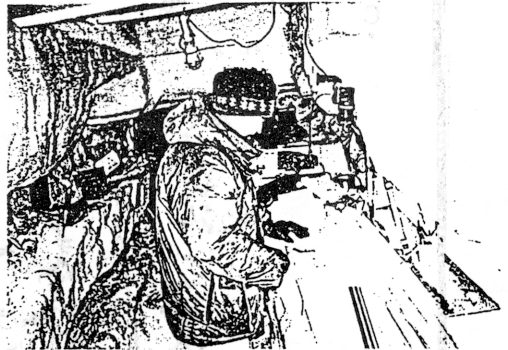


Fig. 10. In-situ ice core analyses in a core processing trench at Site-B.

4.2. Research subjects

a) Shallow ice coring

Two shallow ice cores, 83.92 m and 24.41 m in length and 78 mm in diameter, were obtained with an electro-mechanical drill.

b) In situ core analyses

At first the core analyses were tried in the core processing trench, but the air temperature in the trench was rather high, about -10°C to -1°C , so most of the analyses were done in a cold room in Ny-Alesund. Items of analyses were photographing of ice cores, stratigraphy, density, and electrical conductivity of melted samples.

- c) Borehole temperature
- d) Pit work (refer to items of b))
- e) Measurements of accumulation
- f) Meteorological observations (Fig. 11)
- g) Infrared camera observation (Fig. 12)
- h) Sampling of 2.4 m long ice core (Brøggerbreen)
- i) Sampling of surface sediments on glacier for biological analyses (Brøggerbreen)
- j) Meteorological observations (Brøggerbreen)

Automatic weather stations set in August 1991 have been operated till August 1992.

- k) Laboratory ice core analyses (Future work)

One-third portions of ice core samples were

sent to Norsk Polarinstitutt for radioactive isotope analysis; most of the other two-thirds were melted and transported to Japan for further laboratory analyses. Some ice cores were preserved in the cold room in Ny-Alesund. The planned laboratory analyses are as follows: chemical composition (major ions), radioactive and stable isotope (^3H , ^{210}Pb , D , ^{18}O , etc.), organic compounds, gas composition of air bubbles, total gas content, biological inclusions, and mechanical properties of ice.

4.3. Participants

Leader: Shuhei TAKAHASHI (Professor, Kitami Institute of Technology). Members: Shiro KOISHIMA (Associate professor, Tokyo Institute of Technology), Kumiko GOTO-AZUMA (National Institute Post Doctoral Fellow, Nagaoka Institute of Snow and Ice Studies, NIED), Takao KAMEDA (Research associate, Kitami Institute of Technology). Temporary participants: Okit-sugu WATANABE (Professor, National Institute of Polar Research), Jon O. HAGEN (Norsk Polar-institutt).

5. Further studies

The glaciers of western Spitsbergen investigated in 1991–1992 were maritime temperate glaciers affected by the open sea on the west side of Spitsbergen. To study the role of polar regions in the global circulation of substances in the atmosphere, more extensive ice-core samplings are necessary. In the next several years, JAGE will investigate the glaciers in the other parts of Svalbard, such as the Høghetta ice field in northern Spitsbergen and Nordaustland which are likely less affected by maritime climate, as well as the Greenland ice sheet.

Preliminary scientific results of the expedition in 1991–1992 were presented at the 15th NIPR Symposium on Polar Meteorology and Glaciology held in July 1992 and at the general scientific assembly of the Japanese Society of Snow and Ice held in October 1992. Laboratory ice core analyses are in progress.

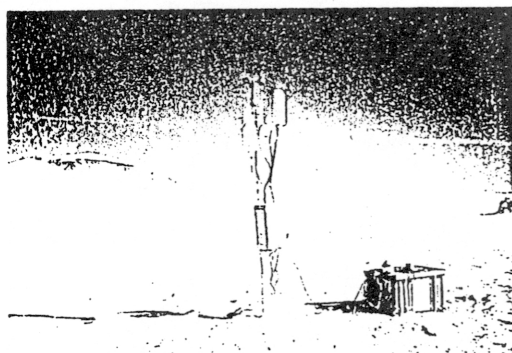


Fig. 11. Meteorological instruments at Site-B.



Fig. 12. Infrared camera observation on Snøfjellaonna in 1992.

Acknowledgments

We would like to express our sincere gratitude to Norsk Polarinstitutt for organizing cooperative glaciological research in western Spitsbergen. Our particular thanks are due to Dr. J. O. Hagen and Dr. B. Lefauconnier for their cooperation, to Dr. Y. Ohta for his kind assistance, and to Mr. T. N. Sverre and other staffs in Ny-Alesund station of Norsk Polarinstitutt. Thanks are also due to Mr. M. Stene and Dr. R. Hanao, of Kings Bay Kull Company in Ny-Alesund.

We are very much indebted to Dr. H. Itoh, Dr. S. Ushio, Mr. K. Furusawa, and Dr. K. Koshima for their kind support at the Japanese Station in Ny-Alesund. Much thanks are also due to Dr. T. Nakamura for providing an infrared camera used in 1991.

This research was supported by the Grant of International Scientific Research Program of the Ministry of Education, Science and Culture, Japan (No. 03041089).

References

- Ahlmann, H., W. (1935a) : The stratification of the snow and firn on Isachsen's Plateau. Scientific results of the Norwegian-Swedish Spitsbergen Expedition in 1934, Part I. *Geografiska Annaler*, 17, 29-42.
- Ahlmann, H., W. (1935b) : Ablation measurements at the headquarters on Isachsen's Plateau. Scientific results of the Norwegian-Swedish Spitsbergen Expedition in 1934, Part II. *Geografiska Annaler*, 17, 43-52.
- Hagen, O., J. and Liestøl O. (1990) : Long-term glacier mass-balance investigations in Svalbard, 1950-88. *Annals of Glaciology*, 14, 102-106.
- Sverdrup H. U. (1935a) : The temperature of the firn on Isachsen's Plateau, and general conclusions regarding the temperature of the glaciers on West-Spitsbergen. Scientific results of the Norwegian-Swedish Spitsbergen Expedition in 1934, Part III. *Geografiska Annaler*, 17, 54-88.
- Sverdrup H. U. (1935b) : The ablation on Isachsen's Plateau and on the Fourteenth of July Glacier in relation to radiation and meteorological conditions. Scientific results of the Norwegian-Swedish Spitsbergen Expedition in 1934, Part IV. *Geografiska Annaler*, 17, 145-166.
- Watanabe, O. and Fujii, Y. (1988) : Outline of the Japanese Arctic Glaciological Expedition 1987. *Bulletin of Glacier Research*, 6, 47-50.
- Watanabe, O. and Fujii, Y. (1990) : Outline of the Japanese Arctic Glaciological Expedition in 1989 (JAGE 1989). *Bulletin of Glacier Research*, 8, 103-106.

アラスカにおけるエアロゾル観測 (I)

岩坂泰信、松永捷司、柴田隆、長谷正博、中田渥、林政彦、森育子、村井康浩

名古屋大学太陽地球環境研究所、名古屋市千種区

電話：052-781-5111, FAX:052-782-3866

藤原玄夫、秋吉英治、安松諭史

福岡大学理学部、福岡市城南区七隈

電話：092-871-6631

近藤幸治

高層気象台、茨城県つくば市長峰

電話：0298-51-4127

中根英昭

国立環境研究所、茨城県つくば市小野川

電話：0298-51-6111, FAX:0298-51-4732

Atmospheric Aerosol Measurements at Alaska (I)

Y. Iwasaka, K. Matsunaga, T. Shibata, M. Nagatani, H. Nakada, I. Mori, Y. Murai

Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

Furocho, Chikusa-ku, Nagoya 464

M. Fujiwara, E. Akiyashi, S. Yasumatsu

Faculty of Science, Fukuoka University

Jonann-ku, Fukuoka 814-01

K. Kondoh

Aerological Observatory

Nagamine, Stukuba, Ibaragi-ken 305

H. Nakane

National Institute of Environmental Studies

Onogawa, Tsukuba, Ibagagi-ken305

1、はじめに

1991年6月のピナツボ火山噴火の規模は、今世紀最大規模といわれている。この火山噴火に対する強い関心は、噴火の規模がきわめて大きいことが根拠ではあるが、必ずし

もそれだけではない。大気科学の近年の大きな進展が他の根拠として挙げられる。即ち、大気中の不均一過程に対する認識が急速に深化し、大気エアロゾルの役割に大きな関心が持たれてきたことと地球環境に対する関心が高まってきたことである。

不均一過程に対する関心は、オゾンホール形成に硝酸蒸気のニュークリエイション（その微物理過程はいまだほとんど解明されてはいないが）が大きな役割をはたしていることが明らかにされるに従い、PSCsと呼ばれている極成層圏特有のエアロゾルのみならずさまざまなタイプのエアロゾルにも向けられるようになった。成層圏エアロゾルの消長を左右する大きな要素である火山活動に対して大きな関心をもたれるようになるのはまさに時代の流れといつて良い。

地球環境を形成している要素・プロセスはきわめて複雑でありその解明にはなを多くの努力が必要であると考えられているが、大きな特徴のひとつは、現象が地球規模で生じることである。火山噴火の規模の大きいものは成層圏に多量の火山成物質を注入し、これらの物質は地球全体に拡散する。火山成物質の代表的な物質のひとつである亜硫酸ガスが成層圏でエアロゾル化することによって、成層圏エアロゾル層が著しく増大する現象が地球規模で観測される。また、硫黄や炭素の地球規模循環に火山噴火が大きな影響を持つことから、気候変動や生物圏へ与える影響も大きな関心を引き起している。

近年、地球環境の理解の一助として、過去の地球環境を復元する試みがなされ氷床コアの分析・解析が活発に行なわれている。これらの結果は、地球規模の硫黄や窒素の循環機構を理解することが地球環境の理解に必須であることを示している。

ここでは、名古屋大学太陽地球環境研究所、福岡大学理学部、アラスカ大学地球物理研究所、国立環境研究所が共同で行なっているアラスカでの成層圏エアロゾルのライダー観測の結果と観測の概要を示す。

2、ピナツポ山の噴火

1991年6月、フィリピンのピナツポ山が大噴火を起こし、かなり広範囲にわたって多量の火山灰が降った。

一方では、成層圏まで吹き上げられ、長い時間にわたって成層圏に滞留するガスや火山灰もある。火山起源の物質が成層圏に漂っているうちに、赤道から極方向へ広がりやがてこれらの物質は地球全体に拡散する。

これらの火山成物質が大気中に浮遊している間に硫酸を主成分とするエアロゾル（火山成エアロゾル）の形成が著しく進行する。これらのエアロゾルとそれを取り巻いている周辺のガスとの間で生じる不均一過程の結果、大気中の N_2O_5 が硫酸エアロゾルに取り込ま

れ窒素酸化物の濃度が低下することが予想されている。成層圏オゾンの塩素酸化物による破壊が、地球規模で強まることが懸念される所以である。これらの反応速度については、

多くの要素が関係しているために予想することは簡単ではないが、粒子の表面積、粒子の体積、浮遊時間、浮遊していた時間に経験した大気温度（例えば、火山成エアロゾルがPSCsの核として働いたことがあるかなかったかは、NAT形成可能な低温下にどの程度の期間浮遊していたかが大きな要因となる）、等を明らかにすることが必要ではあるが、表面積が1时期的に急増するであろうことは多くの観測結果から推定できる。

一方、大気放射や太陽放射に与える影響も無視できないことは過去の研究から予想されるが、今回の噴火についてもすでに成層圏下部においては気温の上昇が観測されている。

3、成層圏エアロゾル層の アラスカでのライダー観測

1991年の6月に噴火したピナツボ火山の噴煙は、6月下旬から7月上旬には日本上空に達したと考えられている。豊川で観測された噴火直後の成層圏エアロゾル層の様子が、図1に示してある。対流圏界面のすぐ上に見られる小さなピークが、次第に大きくなってゆき、他のピークはほとんど大きさを変えない。このことから考えて、6月26日には豊川にある研究所の上空に火山起源のエアロゾルが広がってきていたと考えられる。以後、成層圏のエアロゾルの濃度は、静穏時には見られない劇的な増減を繰り返している。

1991年11月に、アラスカにライダー設置のための作業が開始され、12月中旬から断続的に観測が開始された。表1は、設置されたライダーの主要諸元である。

表 1

設置場所：	アラスカ州ボーカーフラット
レーザ (YAG)	出力 0.5 J/pulse (最大出力)
	繰り返し 10 Hz
	使用波長 SHG
受光鏡	カセグレン型
	直径 35 cm
Photomultiplier による光電変換	
Multichannels AnalyzerによるA/D変換	

図2がアラスカ観測でえられたエアロゾル層の散乱比である。大きな特徴は以下のよう
にまとめられる。

・観測期間にえられた散乱比は、いずれも静穏時の平均的な値 (1.05~1.1) を大

幅にこえる大きさでありきわめて強い擾乱に見舞われていた。

- ・ 圏界面の数キロメートル上空（層厚が3～4 kmにおよび、ほぼ定常的に安定した形状を保って観測されている。ここでは主層と呼ぶ。図ではa層）と22～23 kmには、散乱比の高い領域が12月から3月までの間常に観測されている。
- ・ 12月の観測ではこれらの高度のほかに26～27 kmにも高い散乱比が観測されている。

中緯度地方と高緯度地方の圏界面高度の差を考えに入れると圏界面の数キロメートル上空と22～23 kmに見られる散乱比の高い層は、エルチヨン噴火後日本でもしばしば観測されているエアロゾル層に相当しており、等温位面を輸送されたものと考えられる。

12月の観測にのみ観測された26～27 kmの層は、層厚は3 km以上で上端は28 kmに達している。この層の存在は、極地方へ流入した火山性物質が成層圏・対流圏の大気化学過程に与える影響を考えるうえで興味深いものがある。

成層圏を拡散してきたエアロゾルをはじめとする物質が、地表付近まで運ばれてくるプロセスは未だ充分には理解されていない。これまでの氷床コアの解析結果を見ると、過去の大きな火山に対応して火山起源と考えられる化学成分の高濃度の層が同定されることが多い。成層圏から対流圏へさらには雪氷圏への物質の輸送機構の解明がこの方面の研究を進展させるうえで重要である。

関連の報告に、ライダー観測と平行して実施された地上でのエアロゾル採集実験の結果が示してある。採集されたエアロゾルの化学組成の変化を解釈するうえで、火山起源の物質の成層圏から対流圏への輸送を考えると都合が良い例がこの期間多く見つかっている。

4. まとめと将来展望

成層圏のエアロゾル観測は、地球規模の火山噴火の化学的な影響をはじめ、中低緯度の成層圏エアロゾルの観測結果と比較を通してエアロゾルの大気化学的な性質を明らかにするうえで貴重な情報を与えてくれる。名古屋大学太陽地球環境研究所と福岡大学理学部では、このライダー観測を大幅に充実させるためにライダーをスケールアップするとともに、観測対象をアークティックヘイズ等も含めアラスカ大学の観測陣との共同研究体制を強化することを考えている。1993年の夏には新しい観測棟を整備し今後の観測に備えることになっている。1993年にはスピッツベルゲンにおいても成層圏エアロゾルの観測を開始する予定である。

近年、北極圏の地球環境における役割に関して多方面から関心が寄せられている。多くの研究グループと共同観測を積極的にすすめ、アラスカでの観測を多方面で有意義に利用できるよう検討してゆきたい。

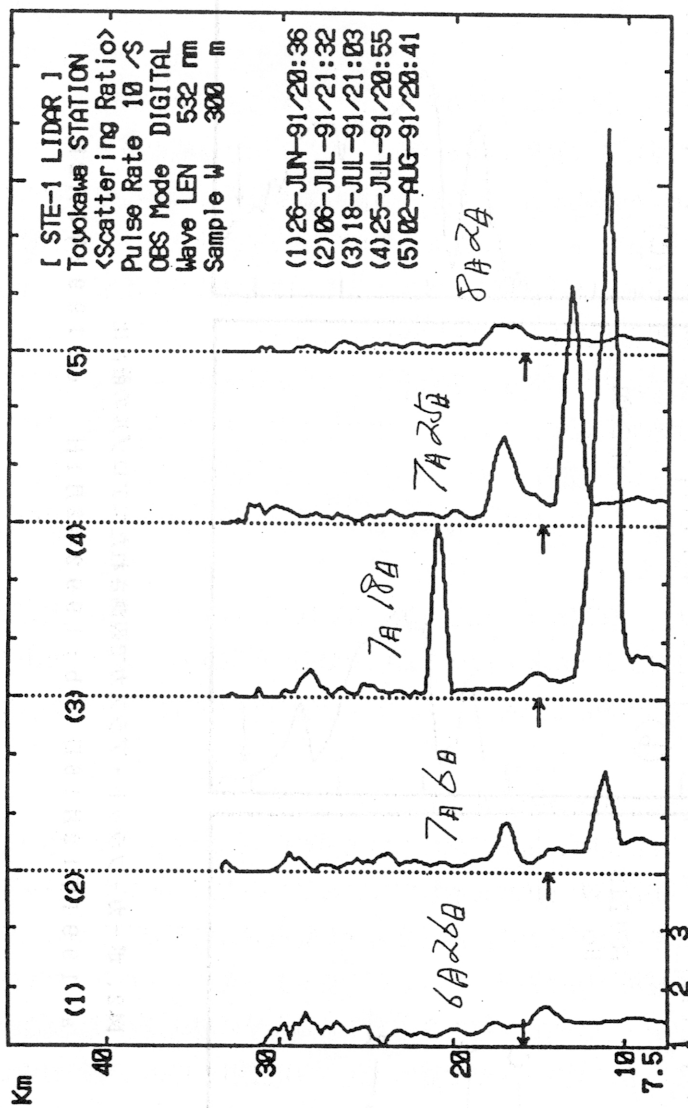


図1、豊川で観測された下部成層圏のエアロゾル層の急増現象（1991年6月下旬～7月上旬）

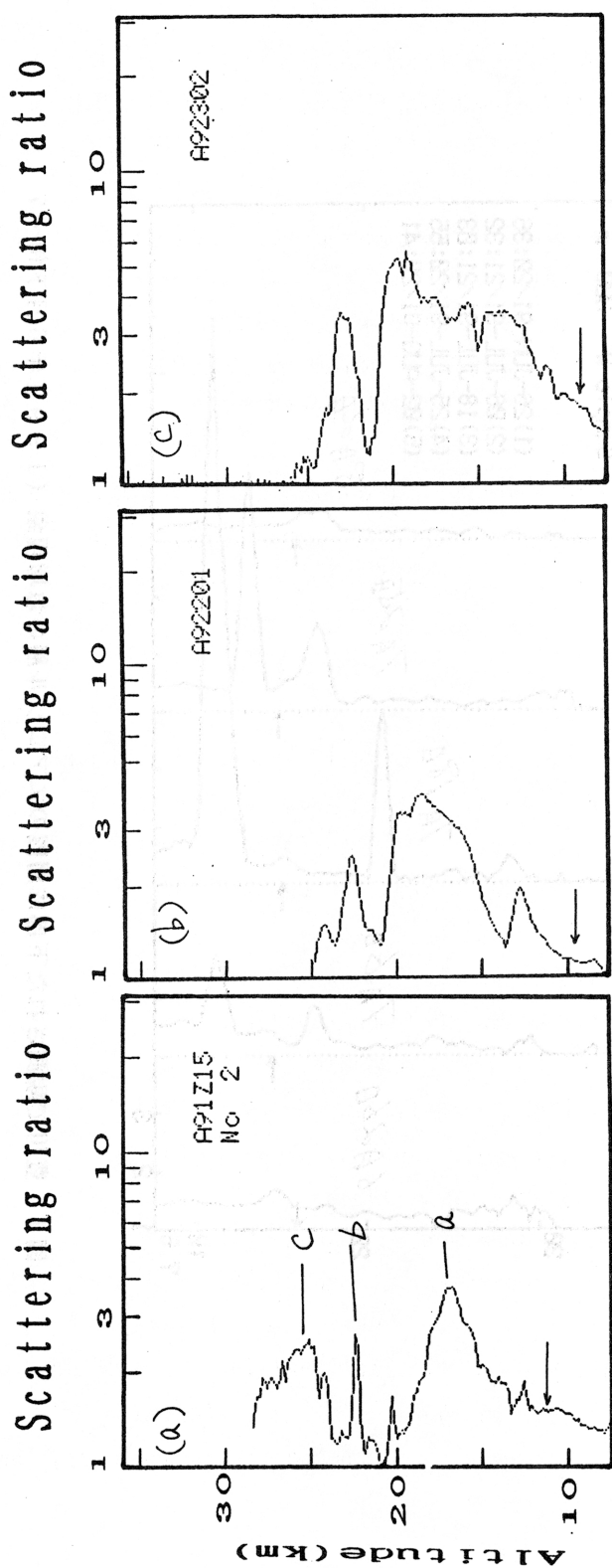


図2、ボーカーフラット・アラスカで観測されたエアロゾルの散乱比

a: 1991年12月15日 b: 1992年2月1日 c: 1992年3月2日

アラスカにおけるエアロゾル観測 (II)

岩坂泰信、松永捷司、森育子、村井康浩、長谷正博、中田晃、柴田隆、林政彦

名古屋大学太陽地球環境研究所、 名古屋市千種区

電話: 052-781-5111, FAX: 052-782-3866

金森悟

金森暢子

海大学海洋学部、清水市折戸 名古屋大学水圏科学研究所、 名古屋市千種区
電話: 0543-34-0411 電話: 052-781-5111

藤原玄夫、秋吉英次、安松論史

福岡大学理学部、福岡市城南区七隅

電話: 092-871-6631

近藤孝治

中根英昭

高層気象台、茨城県つくば市長峰 国立環境研究所、茨城県つくば市小野川

電話: 0298-51-4127

電話: 0298-51-6111, FAX: 0298-51-4732

Atmospheric Aerosol Measurements at Alaska (II)

Y. Iwasaka, K. Matsunaga, I. Mori, Y. nurai, M. Nagatani,

H. Nakada, T. Shibata, M. Hayashi

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

Furocho, Chikusa-ku, Nagoya 464

S. Kanamori

Faculty of Oceanography, Tokai University

Orido, Shimizu, Shizuoka-ken 424

N. Kanamori

Water research Institute, Nagoya University

Furocho, Chikusa-ku, Nagoya 464

M. Fujiwara, E. Akiyoshi, S. Yasumatsu

Faculty of Science, Fukuoka University

Jonann-ku Fukuoka 814-01

K. Kondoh

H. Nakane

Aerological Observatory

National Institute of Environmental

Nagamine, Tsukuba, Ibaragi-ken 305

Studies

Onogawa, Tsukuba, Ibaragi-ken 305

1、はじめに

大気科学の近年の大きな進展によって、地球環境に対する大気エアロゾルの役割に大きな関心が持たれている今日、今世紀最大規模と云われる1991年6月のピナツボ火山噴火の規模は、極めて強い関心を引いている。大噴火により直接成層圏に注入された物質は、地球全体に拡散し、その影響は汎地球規模に広がる。

火山成物質として代表的な亜硫酸ガスは成層圏でエアロゾル化するために、成層圏エアロゾル層が著しく増大する現象が地球規模で観測されている。また、硫黄や炭素、窒素の地球規模循環に火山噴火が大きな影響を持つことから、気候変動や生物圏に与える影響も大きな関心を集めている。

氷床コアの分析・解析から、過去の地球環境を復元する試みがなされている。これまでの解析結果では、過去の大きな火山噴火に対応して、南北両極域で火山起源と考えられる化学成分の高濃度層が同定されることが多い。しかし、成層圏を拡散してきたエアロゾルをはじめとする物質が、地表付近まで運ばれてくるプロセスは未だに十分には理解されていない。

ここでは、名古屋大学太陽地球環境研究所、福岡大学理学部、アラスカ大学地球物理研究所、国立環境研究所が共同で行っているアラスカでの成層圏エアロゾルのライダー観測と平行して実施された地上でのエアロゾル採集実験の結果の概要を示す。ライダー観測によれば、1991年12月の観測時にはすでにアラスカに火山成エアロゾルが到着していることが知られている。

2、材料と方法

エアロゾルの採集はアラスカ州のほぼ中央部の都市フェアバンクスの北方40マイルにあるアラスカ大学のリサーチレンジ、ポーカーフラット(147°W, 65°N)(標高396m)において、ニールフィルターホルダー(テフロンフィルター)を用いてエアロゾルを採集し、水溶性成分についてイオンクロマトグラフィにより名古屋大学で分析した。エアロゾルの採集量は数百リットルから数m³の範囲である。

3、結果と考察

1991年11月から1992年3月までの主要な陽イオンと陰イオンの濃度の経時変化をそれぞれ図1および図2に示す。各成分ともに数nmolから数百pmol/m³の2桁程度の濃度変動を示している。しかし、硫酸イオンの例外はあるものの1月から2月にかけて濃度が低く、12月以前と3月以降に濃度が高くなる傾

向が認められる。

海塩が主な起源と考えられるナトリウムイオンは地表面をソースとする物質の代表と考えられている。この物質を基準にして求めた非海塩起源の硫酸イオンの量は1月から2月にかけては全硫酸イオンの大部分に匹敵することが認められた。また、1月から2月にかけては降雪量も少なく、海洋を起源とする水蒸気の供給が少なかった事を示唆している。これに対して12月以前や3月以降は降雪量も多く、エアロゾル中のナトリウムイオンの濃度も高くなる傾向が認められた。これらの事は、サンプリング地点の上空の気団の動きが極めてゆっくりした、安定した構造であった事を示唆するものと思われる。

非海塩起源の硫酸イオンの経時変化は他のイオンと異なり、短期間にパルス状に増加する傾向が認められた。観測日が連続でないために詳細は今後の検討課題であるが、気象データの解析から中緯度での圏界面の折れ込みに相当する現象が観測地点上空で数回認められた(1991年12月13日、1992年1月15、23、26日および2月3日)。この現象と硫酸イオンのパルスの変動との対応が示唆されたことは、成層圏から地上への物質の移動過程を解明する上で興味深いものである。

4、まとめと将来展望

氷床コアの解析から、過去の大きな火山噴火に対応して成層圏経由の火山起源と考えられる化学成分が両極域で同時に高濃度で検出されることが多いことについては既に述べた。このことは、成層圏から地表付近へ物資が輸送されている事を示している。しかし、そのプロセスは未だに十分には理解されていない。

成層圏から対流圏さらには雪氷圏への物質の輸送機構の解明が、複雑な地球環境を理解するためには重要である。上空での現象を解明するライダー観測と提携して、観測地点も広げ、観測の連続性も考慮した観測体制の強化に積極的に参加していく予定である。詳細は関連するライダー観測の報告で述べられている。

図1 アラスカ州ボカーフラットにおける陽イオンの濃度の経時変化

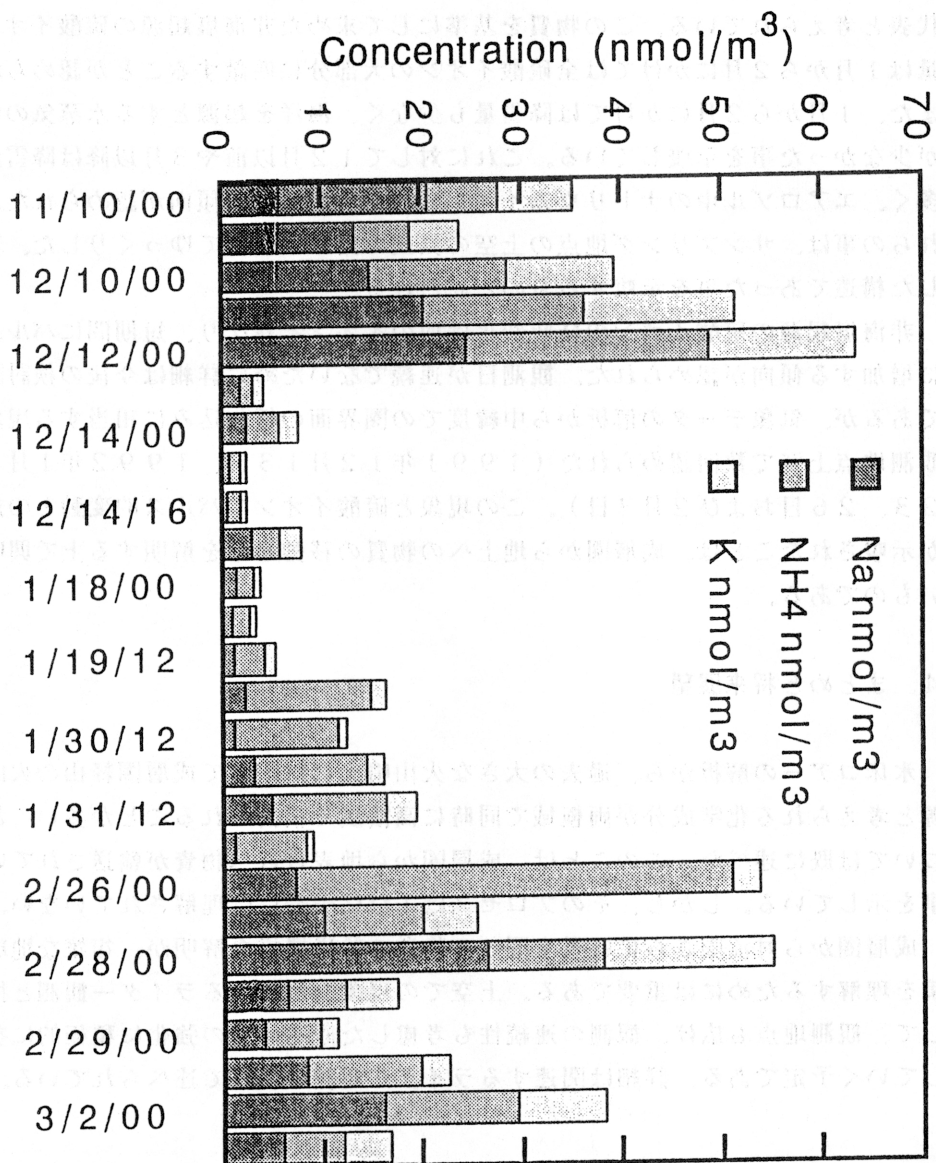
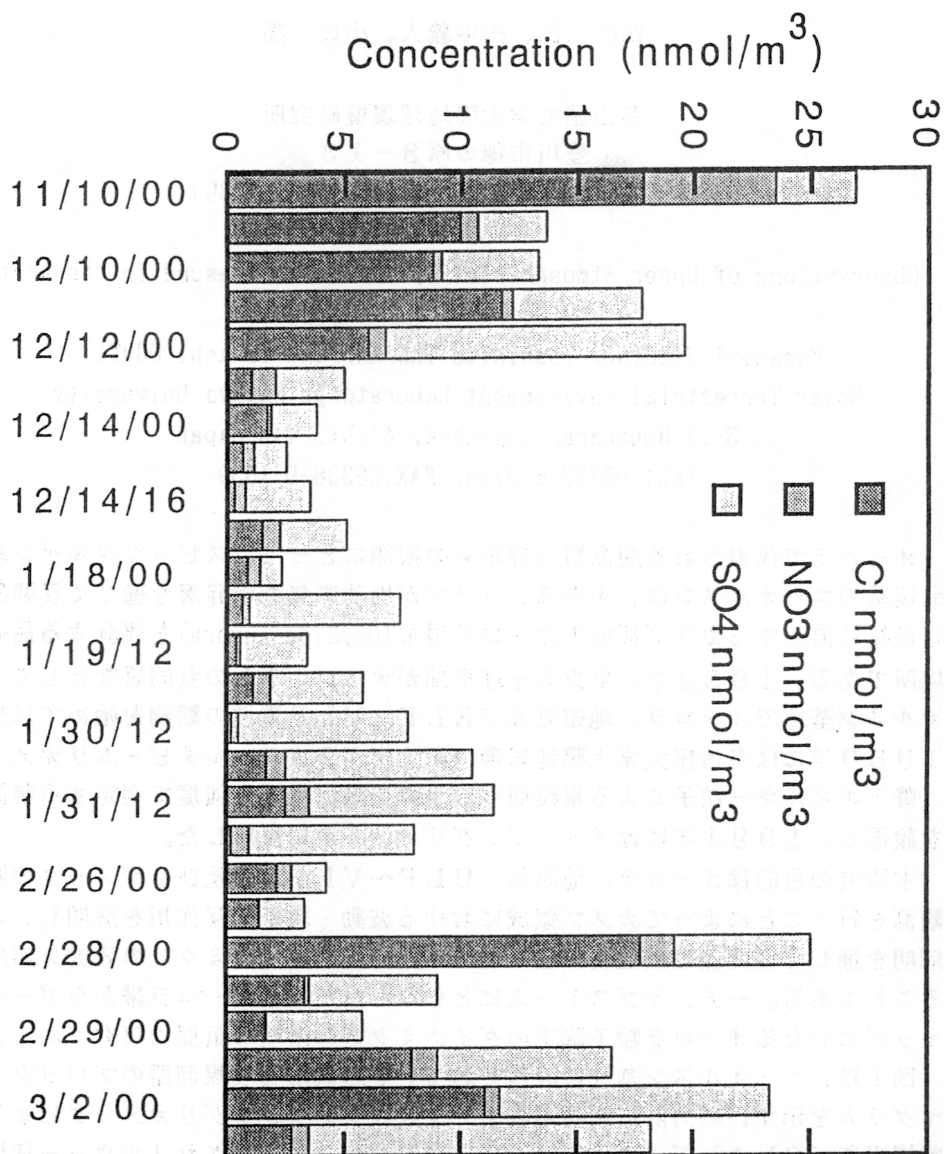


図2 アラスカ州ボカークラットにおける陰イオンの濃度の経時変化



北極基地ニーオルスンにおける超高層物理観測

西野正徳、田中義人、小口 高

名古屋大学太陽地球環境研究所

豊川市穂の原 3-13

(電話: 05338-6-3154, FAX: 05338-9-1539)

Observations of Upper Atmospheric Physics at Ny-Alesund in the Arctic

Masanori NISHINO, Yoshihito TANAKA, and Takashi OGUTI

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

3-13 Honohara, Toyokawa, Aichi, 442 Japan

TEL: 05338-6-3154, FAX: 05338-9-1539

オーロラで代表される超高層物理現象の観測にとって、スピッツベルゲン島の北極基地ニーオルスは、太陽風プラズマが地球磁気圏境界層を通して昼間側から直接に流入するカスプ領域のオーロラ現象(Dayside Aurora)を観測する最適の場所である。1984年、東京大学理学部がオスロ大学との共同研究としてニーオルスン基地でオーロラ、地磁気及びELF/VLF電波の観測を始めて以来、1989年には名古屋大学太陽地球環境研究所が2次元マルチビームリオメータ(降下エネルギー粒子による電離層吸収現象を銀河電波の強度で測定する装置)を設置し、1991年にはイメージングリオメータに更新した。

本研究の目的はオーロラ、地磁気、ULF~VLF波動及びリオメータの同時観測を行うことによってカスプ領域における波動・粒子相互作用を解明し、この解明を通して昼間側磁気圏境界面における電磁氣的ダイナミクスの研究を実施することである。一方、サブストームにともなわれた夜側オーロラ帯からポーラキップにいたるオーロラ粒子降下のダイナミクスの解明も重要な研究である。

図1は、ニーオルスン基地に設置されている超高層物理観測器のブロックダイヤグラムを示す。磁力計による磁場データ及びイメージングリオメータによる電離層吸収(CNA)データは連続して磁気記録媒体に収録されノルウェー極地研究所のサポートで媒体の交換及び郵送によって我々はデータを収得している。特に、リオメータによる観測は電波観測であるので天候、日照に影響されるオーロラ光学観測とちがって連続してデータが得られる大きな特長がある。

図2は、イメージングリオメータで得られたCNA現象の2次元分布(電離層90kmにおいて一辺約200km)を等高線表示した観測結果である。1991年9月12日の9時12分~14分の短時間に比較的強い(約4dB)東西に延びた吸収領域(降下粒子領域)がニーオルスンの高緯度側で観測された。

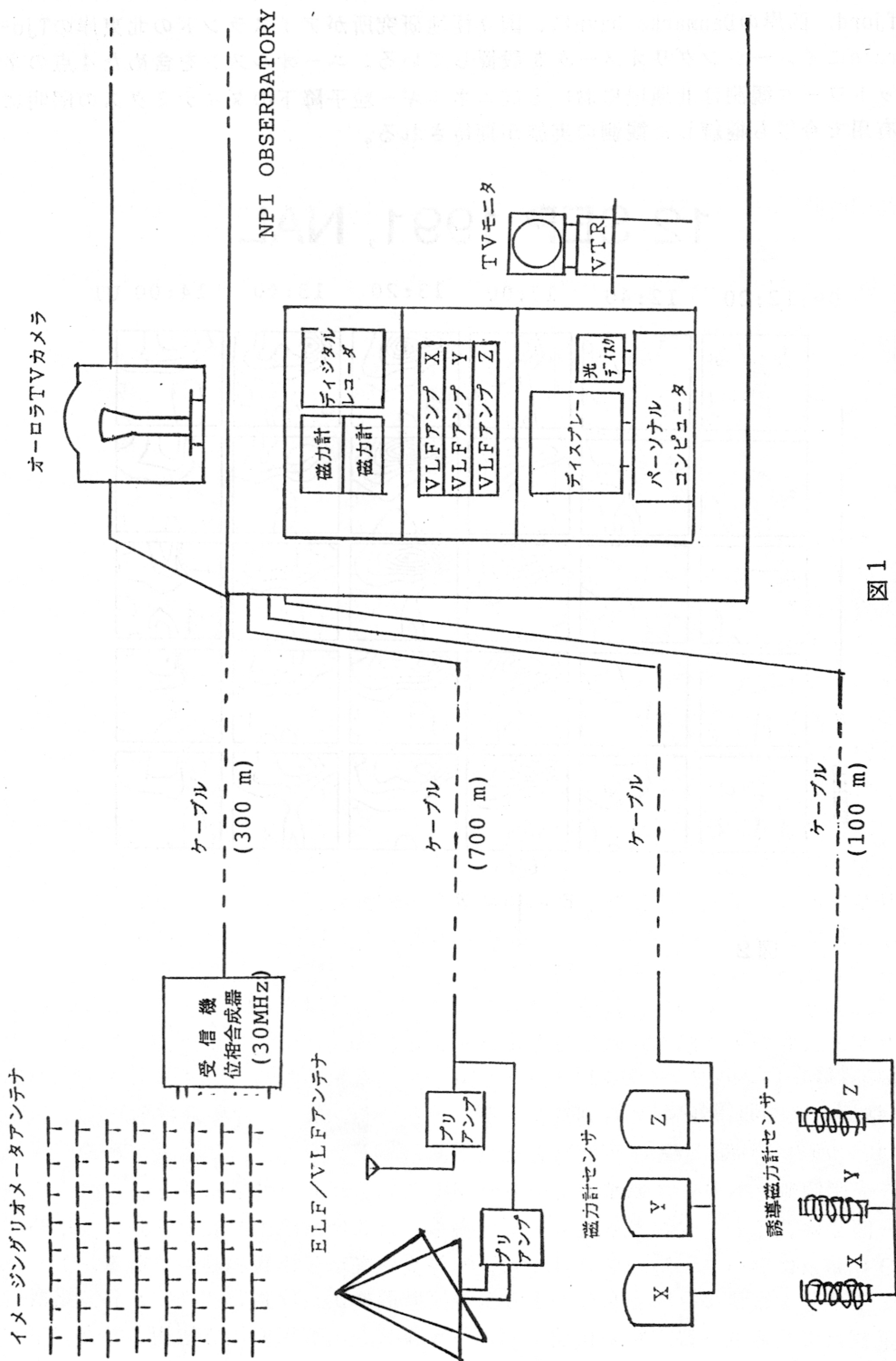


図 1

北極地域では、デンマーク気象研究所がグリーンランドの東岸のSdr. Stromfjord, 西岸のDanmarks havnに、国立極地研究所がアイスランドの北東岸のTjornesにイメージングリオメータを設置している。ニーオルスンを含めた4点のネットワーク観測は北極域における高エネルギー粒子降下のダイナミクスの解明に有用で今後も継続した観測の実施が期待される。

12 SEP 1991, NAL

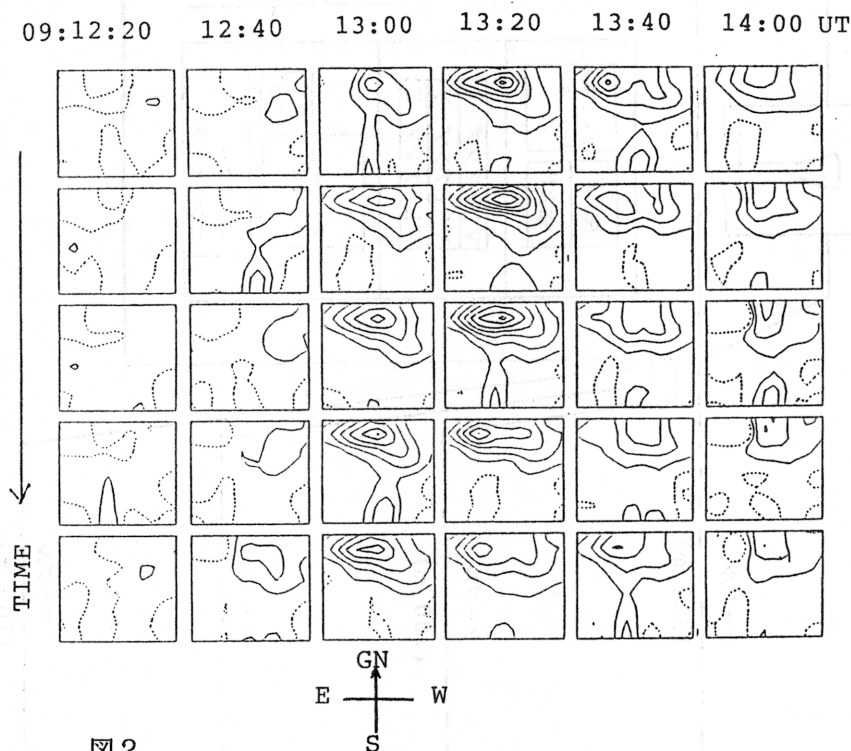


図 2

スピッツベルゲンの開放系ピングの変形 Transformation of open-system pingos in Spitzbergen

森脇喜一（極地研）・松岡憲知（筑波大）・平川一臣（北大）・
三浦英樹（都立大・院）・小嶋 尚（明治大）

スピッツベルゲン島のU字谷底には多数の開放系ピングが存在する。1988, 89年の小野ほか（1989, 1990）の調査に引き続き、1992年8月まで同島のライン谷(Reindalen)およびアドベント谷(Adventdalen)でピングの地形変化について観察と測量をおこなってきた。ライン谷の新ピング(Nypingo; 長径600m, 短径400m; 図1)の南西端には湧水がみられ、その近くにアイスィングとドーム状の高まりA（底径約30m、比高3-4m）が発達している。ピングの頂部GとAの間には別の高まりHが存在する。1988-89の測量ではピング頂部Gに対して、湧水がみられる周縁部の相対的隆起が明らかにされた（小野ほか, 1990）。この傾向は1990年7月まで継続したが、1990-92年には逆に周縁部が沈下した。ライン谷の氷食谷壁下に発達する崖錐斜面～ソリフラクションロウプ上に、1988年に設置された基準点Xを不動と仮定した場合のNypingoの片断面変化を図2aに示す。しかし、1990年に新たに設置した氷食谷壁の風化基盤岩上の基準点Zからの測量結果は、1990-92年に基準点Xも29cmの沈下を示し、ピング全体は29～40cmの沈下を示した。ドーム状の高まりHやAの形成が永久凍土下の地下水脈の移動に伴ってなされたことは、その近くに湧水やアイスィングがみられることから推察されるが、Aの成長は1990-92年には停止ないし終熄したとみられる。

アドベント谷の中州に発達するピング(底径80m, 高さ12m)の氷は河床の砂礫層のみならず、その下の頁岩の基盤の一部をも持ち上げている。このピングは1964年にはすでに存在し、当時の高さは7.8mであった(Piper and Porritt, 1966)。1990年までピングの隆起が継続したと仮定すると、1964-90年の平均隆起量は17cm/年になるが、1990-92年にはピング頂部の隆起は認められなかったので、少なくともピング頂部の隆起はすでに停止ないし末期の状況にあるとみられる。1990年の融雪期に、河川の側刻によりピングの南側が削られ、厚さ7m以上の氷体の一部が露出した。1992年には、その侵食された部分の南側に、底径30m、高さ2mのドーム状の高まりが出現した(図3)。この高まりの周囲には湧水が認められ、ピング本体との間にはアイスィングが存在することから、この湧水は永久凍土層の下から供給されているといえる。ドーム状の高まりの一部を掘削したところ、隆起の原因とみなされる2層の貫入氷(厚さは上層の60cmと下層の90cm以上)が観察された。また、ピングの頂部は2年間で隆起も沈降もしなかったが、地上写真測量の結果は側刻を受けた部分が最大1mほど側方に膨張したことを示した。以上の結果から、1990～1992年の2年間に生じた地形変化は、1990年の側刻による荷重の除去が引き金となったと考える。すなわち、永久凍土層下の地下水が、荷重の軽くなった方向に進出して新しい凍結丘をつくるとともに、ピング本体も、その氷体の塑性変形により荷重が軽減された方の側方に張り出したものと推定される。

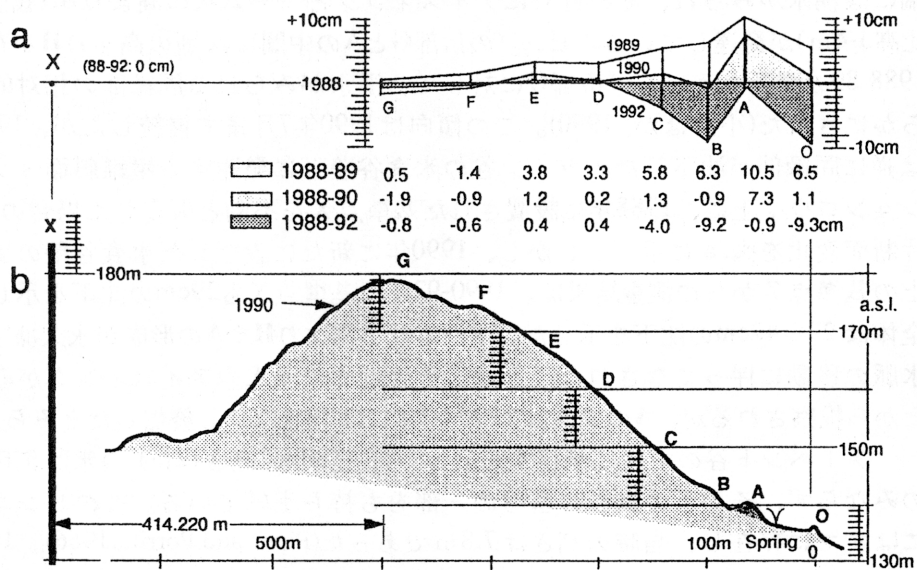
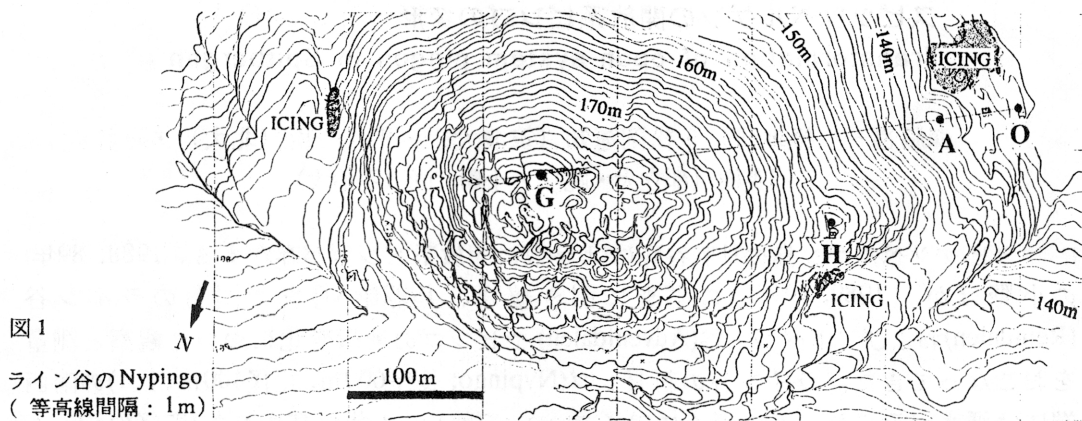


図2 Nypingoの断面形 (b)と、ピンゴの北方約400mの基準点Xを不動と仮定したときの1988-1992年の垂直変位量 (cm): a.

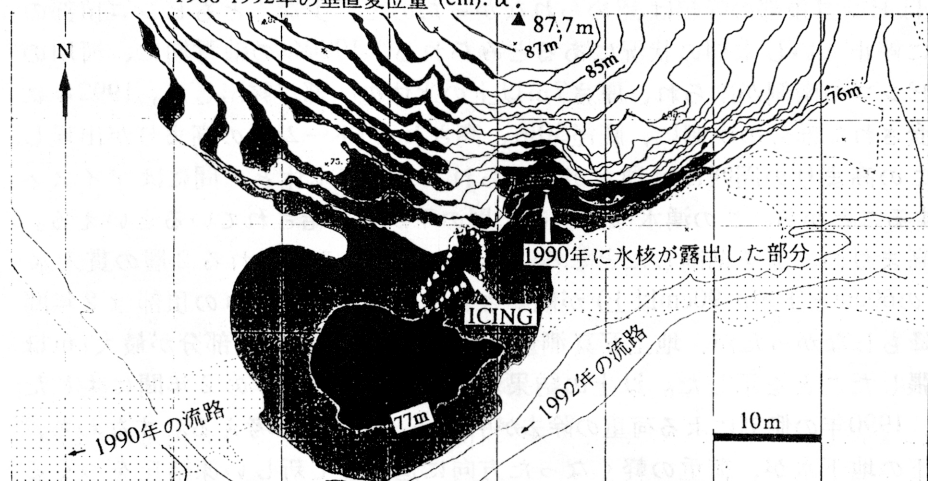


図3 アドベント谷の川中ピンゴの1990-92年の変化 (等高線間隔: 1m). 黒く塗った部分は隆起または1m毎の等高線が前進した部分を示す.

Spitsbergen 島、Adventdalen 中流部の地形

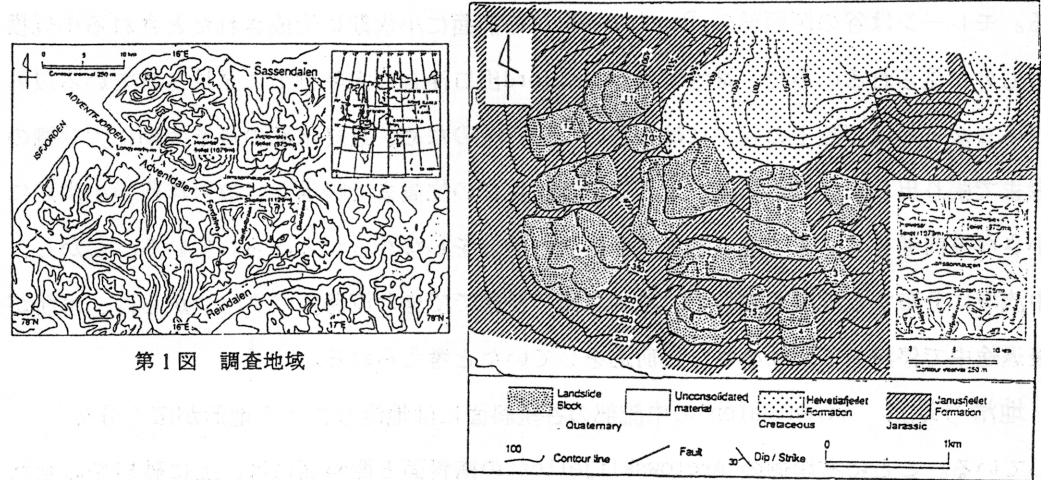
小崎 尚（明治大・文学部）・澤柿教伸（北大・地球環境科学研究科）

Adventdalen は Spitsbergen 中央部の長さ45kmの幅の広い氷蝕谷で（第1図）、流域の大部分は北西へ緩斜するジュラ紀、白亜紀の砂岩と比較的軟らかい頁岩から構成されている。モレーンは谷の源頭部の Dronbreen 氷河の前面に小氷期に形成されたとされる小規模なものが見られるのみで、端堆石堤が Isfjord 出口沖合の大陸棚上に発見されている以外フィヨルドおよび陸上の谷中には存在しない。そのため、最終氷期の最拡大期に大陸棚の縁まで張り出していた氷河は、その後急速に現在の位置まで後退し、数百年前の小氷期に小さな再前進をするまで後退途中で停滞や再前進をしなかったとみられている。しかし、中流域に分布する地滑り地形や、融氷水流の侵蝕でできた流路のパターンからは、氷河が後退途中で停滞あるいは小さな再前進をしていたと考えられる。

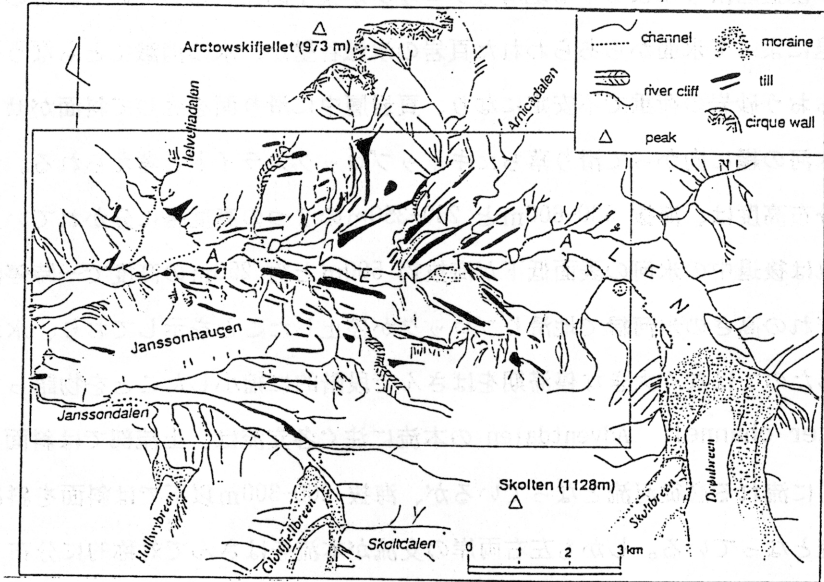
地滑り地形 Adventdalen の中流部の谷壁斜面には地滑りによる地形が広く分布している。ことに右岸側の Arctowskifjellet の南斜面と西斜面には、上に砂岩をのせた黒色頁岩の基盤岩滑りによるゆる地滑りブロックが集中的に分布している。この地滑りは氷河の後退によって水面からあらわれた頁岩の氷蝕谷壁が、氷の消滅にともなう側圧の開放と上をおおう砂岩の荷重で不安定になり、頁岩層中に滑り面を生じて斜面がせり出すような形で氷河の縁に向かって滑り落ちたキャップブロックスライドと考えられる。地滑りブロックの分布高度は、海拔 500-600m と 250-350m の2つの高度帯に分かれている（第2図）。これは後退中の氷河の表面低下が海拔約 500m と約 250m の高度で一時停滞したため、それぞれの高さの氷河縁で地滑りブロックが停止したことを示しており、氷河が連続的に後退したのではなく大きな停滞期をはさんで段階的に縮小したことを物語っている。

Meltwater channel Adventdalen の本流に注ぐ各支流は、上流部では斜面の最大傾斜方向に流れる必従河流となっているが、海拔 200-300m 以下では斜面を斜めに流れて無従河流となっている。しかも左右両岸の支流が本流をはさんで対称的に分布しほぼ同じ位置で本流に合流し、各支流の間には、谷の下流側に向かって収斂する氷河堆石をのせた丸みを帯びた黒色頁岩の基盤の低い高まりが存在する（第3図）。現在の谷氷河の氷舌部分には側堆石と端堆石に沿って融氷水が流れ、黒色頁岩層中に幅10m前後深さ数mの函

型の流路、marginal channelが掘られている。それとの形態的特徴の類似性から、これらの支流は後退中の氷河が一時停滞した時期に、その先端に沿うmarginal channelとして形成されたものと考えられる。このような停滞期をはさむ間欠的な氷河の後退によって、谷壁上部の急斜面では地滑りが、谷壁下部から谷底の緩斜面ではmarginal channelが形成された。しかし氷河の後退の時代に関する資料はえられていない。



第2図 Arctowskijjellet南斜面における地滑りブロックの分布



スピッツベルゲン島, Møysalbreen・Gløttfjellbreenの ice--cored moraine : サージ氷河と非サージ氷河の ティル生成および氷上流路の作る微地形

長谷川 裕彦 (明治大・院)

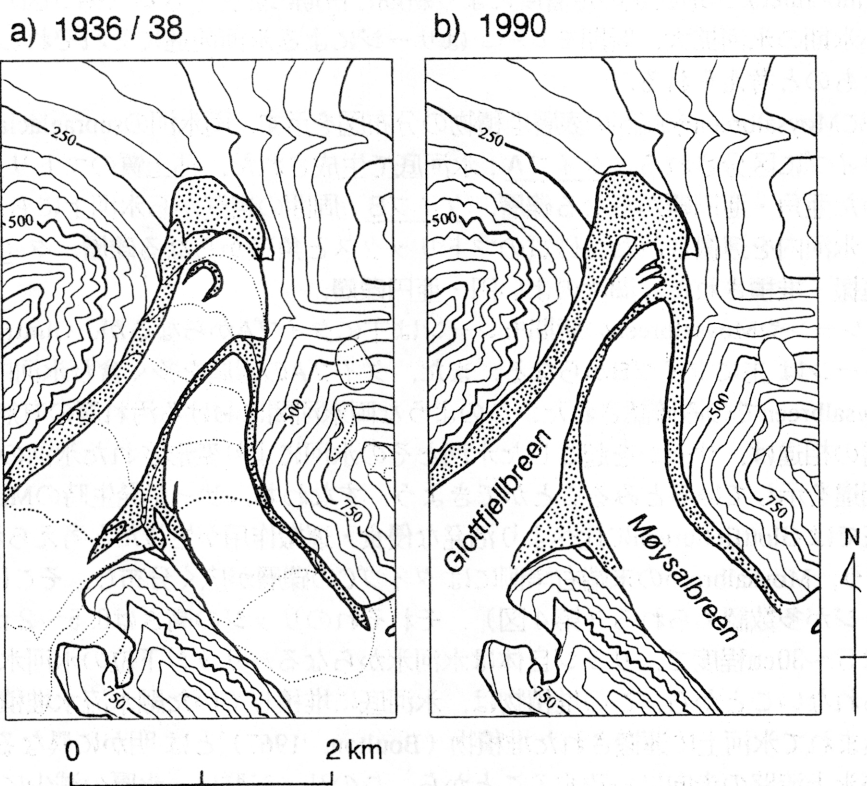
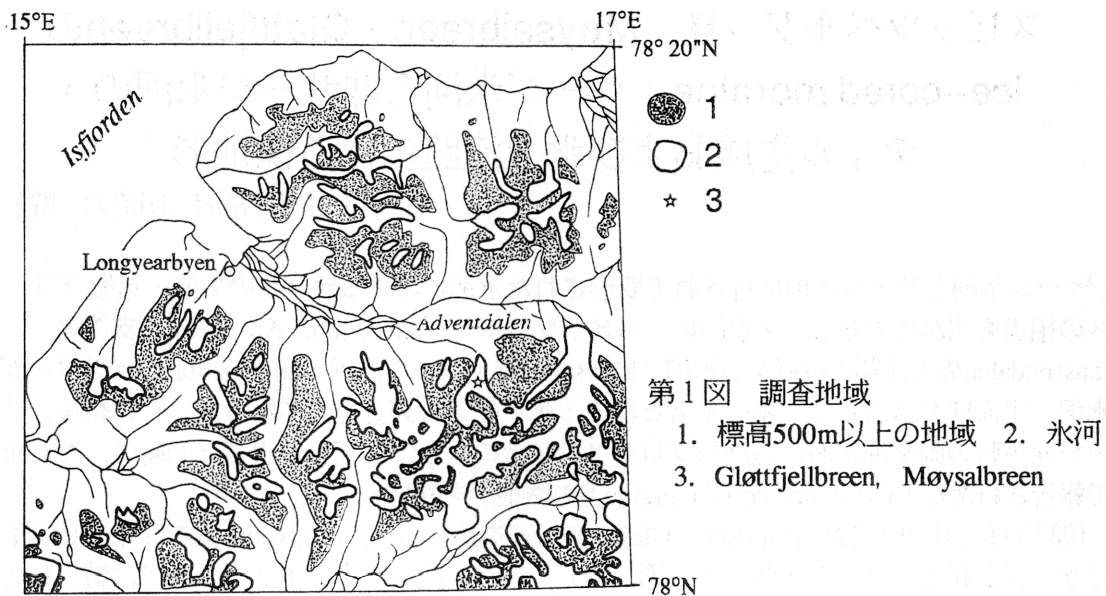
サージ氷河とサージ氷河に押されて変形された氷河におけるティルの生成・運搬プロセスの相違を明かにすることを目的に、スピッツベルゲン島中央部、Adventdalen支流のJanssøndalen最上流部に位置する氷河 (Møysalbreen = サージ氷河・Gløttfjellbreen = 非サージ氷河, 下流部で合流して一本の氷舌となる: 第1図) で調査をおこなった。その結果, サージ発生時の両氷河における地形プロセスの強度の差を示す資料を得ると同時に, これまで報告されたことのないice-cored moraine上の微地形を観察した。

1936年頃と1990年のMøysalbreen・Gløttfjellbreenを比べると, Møysalbreenで1936年頃以降にサージが起こったことがわかる (第2図)。現在, 両氷河中・下流部の氷厚は減少しつつあり, ice-cored moraineのトップから氷河表面までの比高は20~50mある。両氷河のice-cored moraineは, 地衣類の定着度により新期と古期に区分できる (第3図)。古期モレーンは小氷期の氷河拡大, 新期モレーンはサージによる氷河前進にそれぞれともなって形成されたものと考えられる。

第4図にMøysalbreen末端部の表層堆積物の分布図を示す。両氷河のsupraglacial debrisは, 次の3タイプに区分される。タイプA: 氷河底で生成された, 粘土質のマトリックスと擦痕のついた亜角・亜円礫からなる礫層。タイプB: 周囲の岩壁から氷河上にもたらされ, 氷河上・氷河内を運搬された, 砂質のマトリックスと角礫からなる礫層。タイプC: 流水により運搬・堆積された, 淘汰のよい円・亜円礫層。

古期モレーンやMøysalbreenの新期モレーンは主にタイプAからなるが, Gløttfjellbreenの新期モレーンは主にタイプBからなる。また, タイプAの岩屑を多く含む氷河内の汚れ層は, Møysalbreenでのみ確認された。このような両氷河間における汚れ層の有無やモレーン構成層の相違は, サージを起こした氷河とその氷河により変形された氷河の侵食・運搬作用の相違を示しているとみることができよう。すなわち, サージ発生時のMøysalbreenの氷河底ではGløttfjellbreenに比べより活発な侵食・運搬作用が生じたと考えられる。

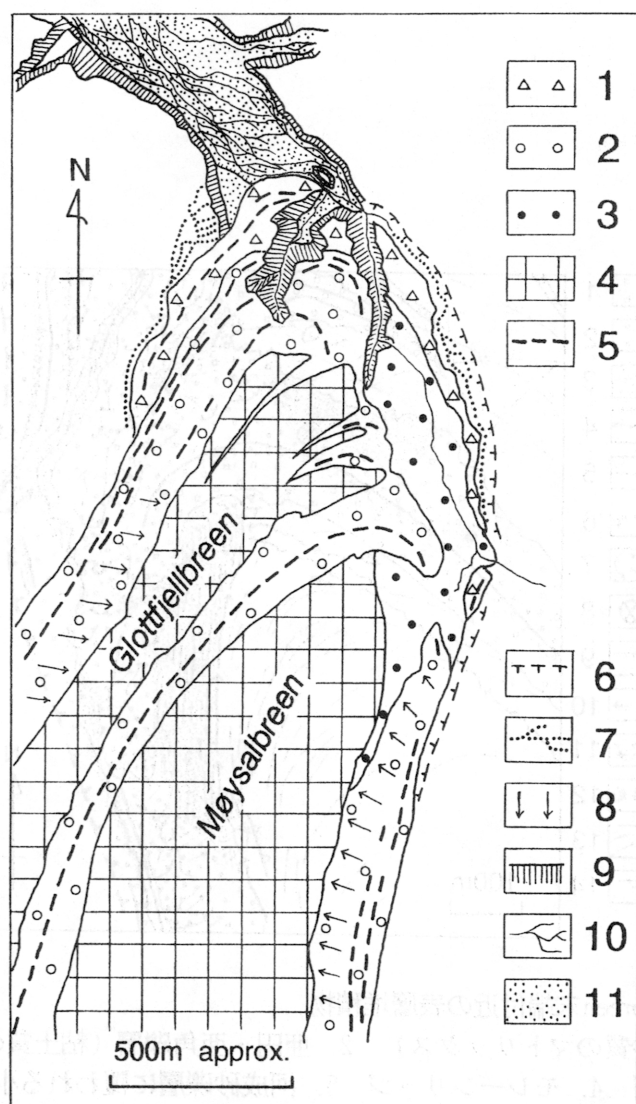
いっぽう, Møysalbreenの末端右岸側にはタイプCの礫層が広く分布し, そこには並列する小リッジが多数認められる (第4図)。それぞれのリッジの高さは0.5~2 m, 堆積物の層厚は5~30 cm程度で, リッジ自体は氷河氷からなる。リッジ下位の氷河氷内に汚れ層が認められないことから, この堆積物は, 氷河底に堆積していた融氷流水堆積物が氷河内に取り込まれて氷河上に運搬された堆積物 (Boulton, 1967) とは明かに異なる。リッジの走向が氷上流路の走向に一致することから, このリッジ群は, 氷厚の減少にともなって氷河の外側から内側に順次平行移動した氷上流路により形成されたと推定される (第5図)。ただし堆積物の層厚が薄いことから, 堆積物が地表にランディングした後にリッジが地形として残る可能性は低いであろう。



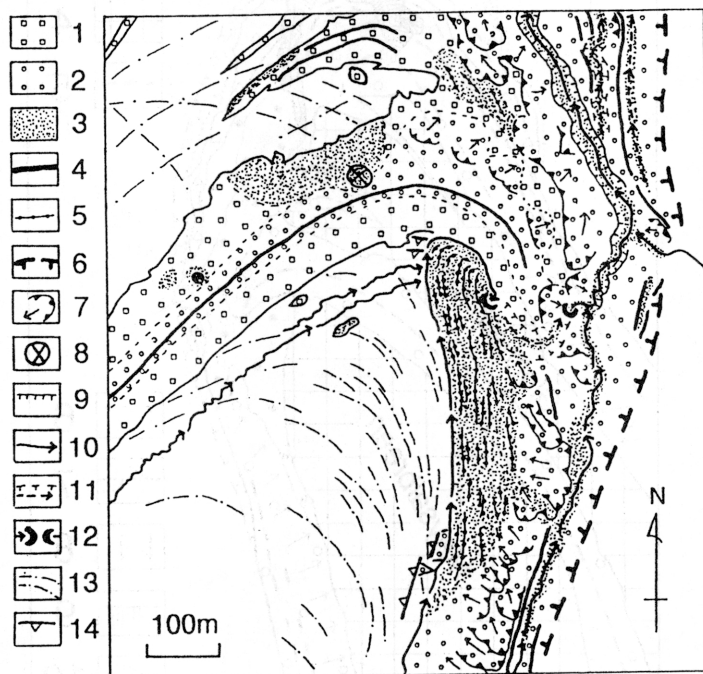
第2図 1936/38年と1990年のGløttfjellbreen, Møysalbreen

a) 1936年と1938年に撮影された空中写真から作成された1/10万の地図による。

b) 1990年に撮影された空中写真による。

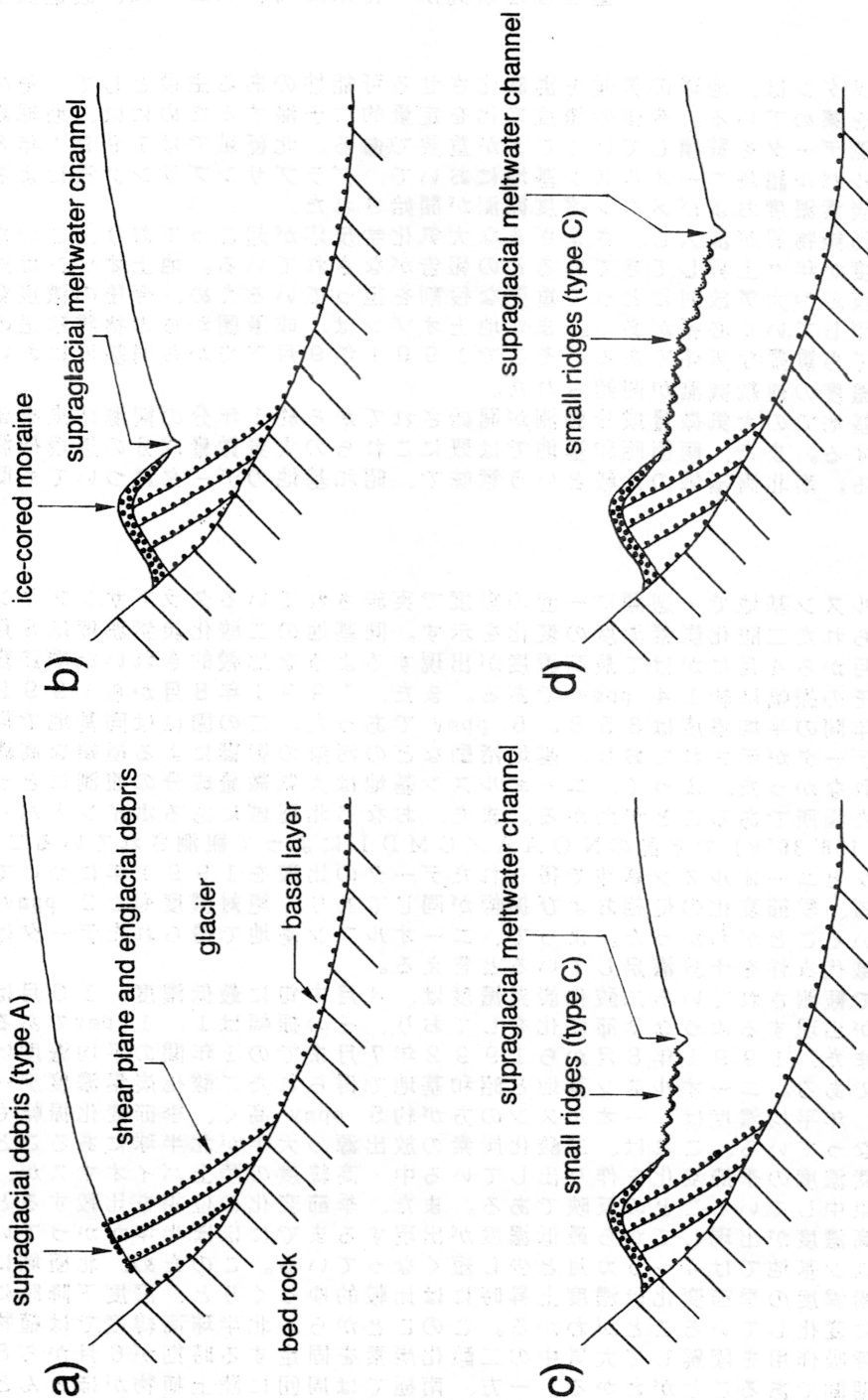


第3図 GløttfjellbreenとMøysalbreenのice-cored moraine
 1-3. ice-cored moraine (1. 古期モレーン 2. 新期モレーン; リッジ状 3. 新期モレーン; 小起伏)
 4. 裸氷 5. モレーンリッジ 6. トリムライン
 7. marginal melt-water channel 8. 崩壊 9. 開析斜面
 10. 流路 11. アウトウォッシュ



第4図 Møysalbreen末端付近の表層堆積物

1. 角礫層（砂質のマトリックス） 2. 亜円・亜角礫層（粘土質のマトリックス）
3. 河成砂礫層 4. モレーンリッジ 5. 河成砂礫層に覆われる小規模なリッジ
6. トリムライン 7. 崩壊 8. 円錐丘 9. 流路の側壁 10. 流路
11. 旧流路 12. トンネル 13. フォリエーション 14. 汚れ層とその傾斜方向



第5図 ice-cored moraineと小規模リッジ群の発達を示すモデル

a) サージによる最拡大時の氷河

b) 氷河の消耗にともなうice-cored moraineと氷上流路の形成

c-d) 継続的な氷河の消耗による氷上流路の平行移動と小規模リッジ群の形成

スバルバル諸島ニールスン基地における大気微量成分観測

国立極地研究所 青木周司、和田 誠、渡辺興亜

1. 緒言

二酸化炭素やメタンは、地球の気候を温暖化させる可能性のある主役として、その濃度上昇が注目を集めている。今後の濃度変化を定量的に予測するためには、地球規模で質の高い観測データを蓄積していくことが重要である。北極域では1991年8月から、スバルバル諸島ニールスン基地において、グラブサンプリング法による大気中の二酸化炭素濃度およびメタン濃度観測が開始された。

北極域は大気汚染物質が流入し、さまざまな大気化学反応が起こっており、このため地上オゾン濃度が年々上昇してきているとの報告がなされている。地上オゾンは対流圏の大気化学反応や大気放射にとって重要な役割を担っているため、今後の濃度変化を系統的に観測していく必要がある。また地上オゾンは、成層圏からの物質輸送のトレーサーとしても重要な気体である。そこで1991年9月下旬から同基地において、地上オゾン濃度の連続観測が開始された。

ニールスン基地での大気微量成分観測が開始されてから約1年分の観測結果をまとめたので報告する。また、南極昭和基地では既にこれらの大気微量成分の連続観測が続けられている。南北両極域の比較という意味で、昭和基地のデータについても簡単に紹介する。

2. 結果と考察

図1にニールスン基地で一週間に一回の頻度で実施されているグラブサンプリング法によって得られた二酸化炭素濃度の変化を示す。同基地の二酸化炭素濃度は8月に最低濃度、3月から4月にかけて最高濃度が出現するような比較的きれいな季節変化をしており、その振幅は約14 ppmvである。また、1991年8月から1992年7月までの1年間の平均濃度は358.6 ppmvであった。この図には同基地で得られたすべてのデータが示されており、基地活動などの汚染の影響による極端な高濃度データは見られなかった。よって、ニールスン基地は大気微量成分の観測にとってきわめて適した場所であることがわかる。また、おなじ北極域にあるポイントバーロー(71°19'N, 156°36'W)で米国のNOAA/CMDLによって観測されている二酸化炭素濃度データとニールスン基地で得られたデータの比較を1991年についておこなったところ、季節変化の位相および振幅が同じであり、絶対濃度も±2 ppmv以内で一致していることがわかった。よって、ニールスン基地で得られたデータは北極における広域代表性を十分満足していると言える。

南極昭和基地で観測されている二酸化炭素濃度は、4月中旬に最低濃度、10月はじめに最高濃度が出現するような季節変化をしており、その振幅は1.1 ppmvである(図1参照)。また、1991年8月から1992年7月までの1年間の平均濃度は354.5 ppmvである。ニールスン基地と昭和基地で得られた二酸化炭素濃度データを比較すると、年平均濃度はニールスンの方が約5 ppmv高く、季節変化振幅も約1.3倍大きくなっている。これは、二酸化炭素の放出源の大半が北半球にあること、および二酸化炭素濃度の季節変化を作り出している中・高緯度の陸上バイオマスが、やはり北半球に集中していることの反映である。また、季節変化の位相を比較すると、昭和基地では最高濃度が出現してから最低濃度が出現するまでにほぼ半年かかっているが、ニールスン基地では4~5カ月と少し短くなっている。このため、北極域における二酸化炭素濃度の季節変化は濃度上昇時には比較的ゆっくりと、濃度下降時には比較的速やかに変化していることがわかる。このことから、北半球高緯度では植物の光合成活動が呼吸作用を陵駕して大気中の二酸化炭素を固定する時期が6月から8月と比較的短い期間であることがわかる。一方、南極では周囲に陸上植物がほとんどないことから、昭和基地での二酸化炭素濃度の季節変化は、他の緯度帯の生物活動によって生じた変化が大気輸送によって運ばれることによって引き起こされたものであ

る。このため振幅が小さくなり、位相もならされたものになっている。また、二酸化炭素濃度の季節変化が南極域で非常に小さいことから、その変化におよぼす海洋の役割も陸上植物活動に比べれば非常に小さいこともわかる。

図2に上記と同様なグラブサンプリング法によって得られた、ニーオルスン基地におけるメタン濃度変化を示す。メタン濃度も二酸化炭素濃度と同様に季節変化しており、最低濃度が7月から8月にかけて、また最高濃度が1月末から2月にかけて現れている。この季節変化は不規則な成分を含んでおり、特に1月末から2月はじめにかけて1900 ppbvを越すような高い濃度が、また、その直後の2月中には期待されるものより低い濃度が観測されている。振幅は小さいものの同じような傾向の不規則変化が二酸化炭素濃度にも現れているため、これはローカルな基地活動の影響ではなく、大規模な気団の交代にともなう現象であると推測される。特に、2月中旬から下旬にかけての低濃度は、成層圏起源の空気が混合した可能性が高い。このことに関して、後ほど述べる地上オゾン濃度も2月10日を境にして急激な濃度上昇が観測されており、しかも10数日にわたって比較的高い濃度が維持されていることもこの可能性を支持している。同基地におけるメタン濃度の季節変化振幅は100 ppbvを越えており、1991年8月から1992年7月までの1年間の平均濃度は1823.9 ppbvであった。

南極昭和基地で観測されているメタン濃度変化を図3に示す。図によれば、南極域におけるメタンは3月はじめに最低濃度、9月おわりに最高濃度が出現するようなきわめて規則的な季節変化をしており、その振幅は29.8 ppbvである。また、1991年8月から1992年7月までの1年間の平均濃度は1681.0 ppbvであった。ニーオルスン基地と昭和基地で得られたメタン濃度データを比較すると、年平均濃度はニーオルスンの方が約140 ppbv高く、季節変化振幅も3倍以上大きくなっている。これは、メタンの放出源の大半が北半球にあることに関係している。濃度の絶対値に対する南北両極域間の濃度差はメタンの場合、約8.3%（平均濃度約1681 ppbvに対して濃度差約140 ppbv）となり、二酸化炭素の場合の約1.4%（平均濃度約350 ppmvに対して濃度差約5 ppmv）に比べて6倍も大きくなっている。濃度に対する年増加率がメタンの場合0.61%、二酸化炭素の場合0.43%とあまり変わらないことを考えると、これらの南北濃度差の違いは、二酸化炭素が大気中で化学的に安定なのに対して、メタンは不安定であり、大気中の寿命が約10年であることを反映している。すなわち、北半球で放出されたメタンが南半球に移流・拡散していく過程でOHラジカルにより分解されるため、北半球と南半球の濃度差がより大きくなるのである。

図4にニーオルスン基地で観測された日平均地上オゾン濃度変化をしめす。同基地のオゾン濃度は日々の変化がかなり大きく、このため明瞭な季節変化は見にくくなっている。しかし、よく見ると3月から4月に最高濃度が出現し、7月頃に最低濃度が出現するような季節変化が見られる。また、日々の変化は9月から2月までは比較的小さいが、3月から7月にかけて大きくなり、特に4月と5月に大きい。地上オゾン濃度変化が大きい4月の1時間平均オゾン濃度の変化を図5に示す。地上オゾンは5日から10日程度の周期で数日間にわたり極端に濃度が低下していることがわかる。このような現象は3月下旬から6月中旬までの限られた時期にしか見ることができない。ニーオルスン基地におけるこの時期は、太陽光が地上に当たりはじめてから日射量が最も大きくなる間に相当しており、このことが地上オゾンの破壊現象と何らかの関連をもつものと推定される。図6に示すように、同様な現象が南極昭和基地でも8月から10月にかけて毎年必ず現れている。やはり、南極でも太陽光が地上に当たり始めてから3カ月程度の間にこの現象があらわれている。このように、同じようなオゾン破壊現象が南北両極域で現れていることは興味深いことである。さらに、メタンのところでふれたように、日々の濃度変化に関して2月10日を境にして地上オゾン濃度がジャンプしている現象も見られるが、これは成層圏起源の空気が地上付近にまで下降してきたことによるものと思われる。これらの現象に関しては現在詳細な解析が進められている。

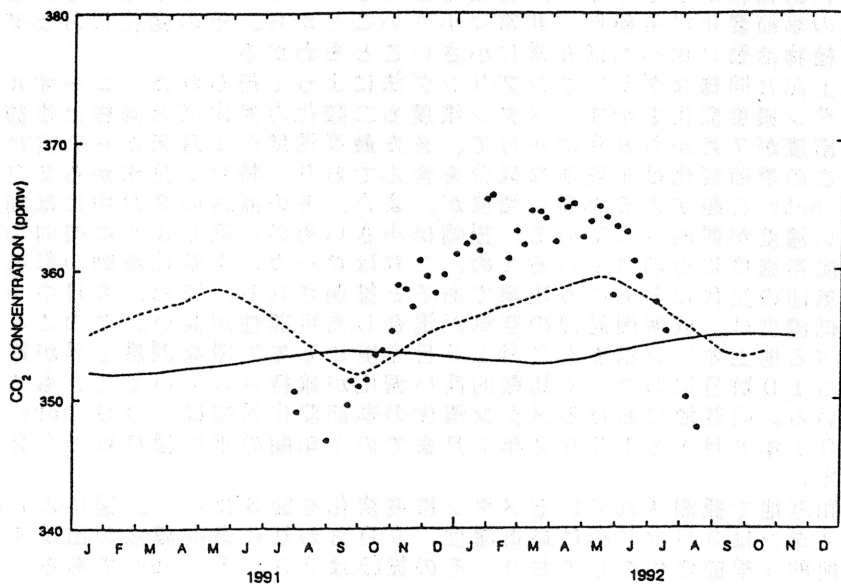


図1 スパールバル諸島ニーオルスン基地における二酸化炭素濃度変化（黒丸）。比較のために、南極昭和基地（実線）とハワイのマウナロア観測所（破線）での二酸化炭素濃度変化も示す。

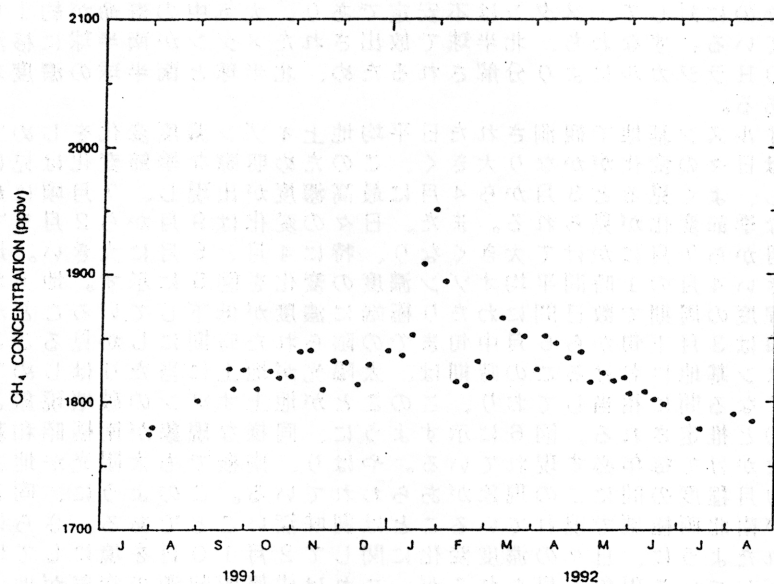


図2 スパールバル諸島ニーオルスン基地におけるメタン濃度変化。

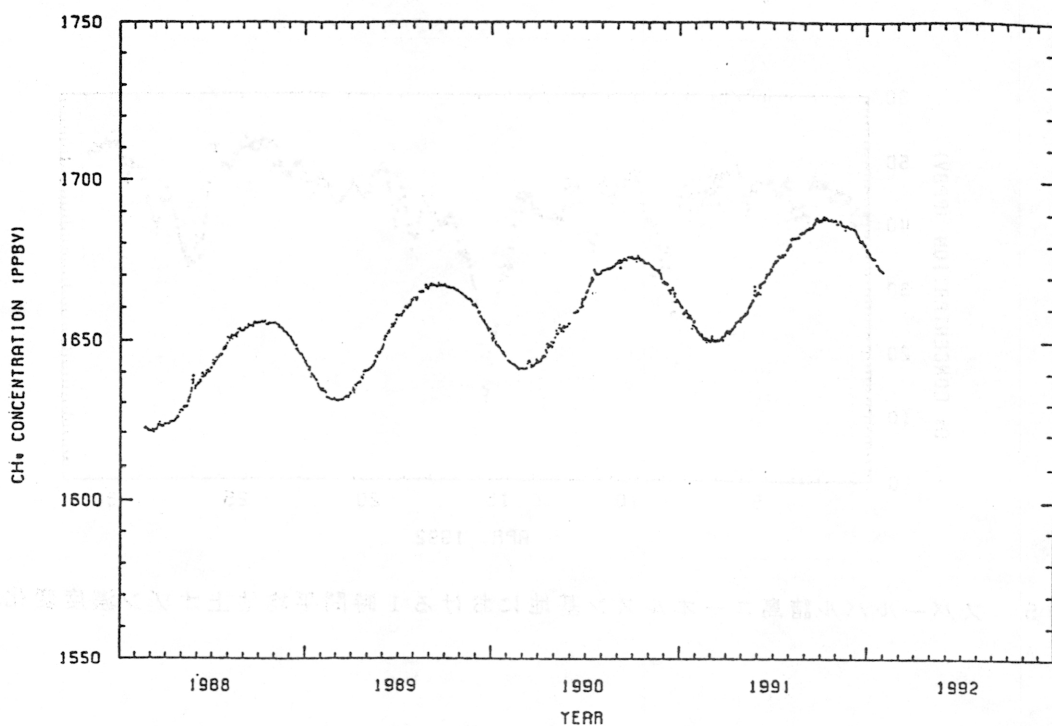


図 3 南極昭和基地における日平均メタン濃度変化。

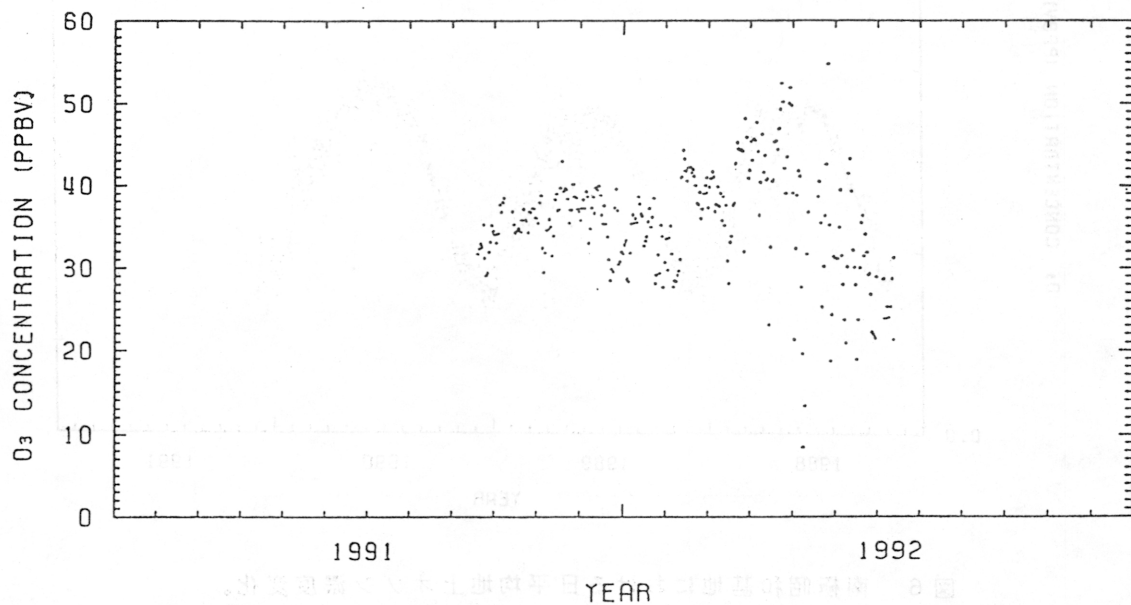


図 4 スバルバル諸島ニーオルスン基地における日平均地上オゾン濃度変化。

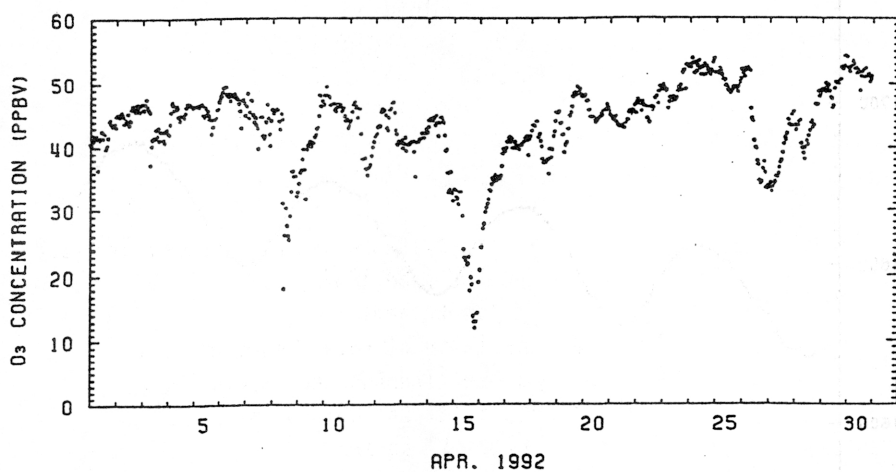


図 5 スパールバル諸島ニーオルスン基地における 1 時間平均地上オゾン濃度変化。

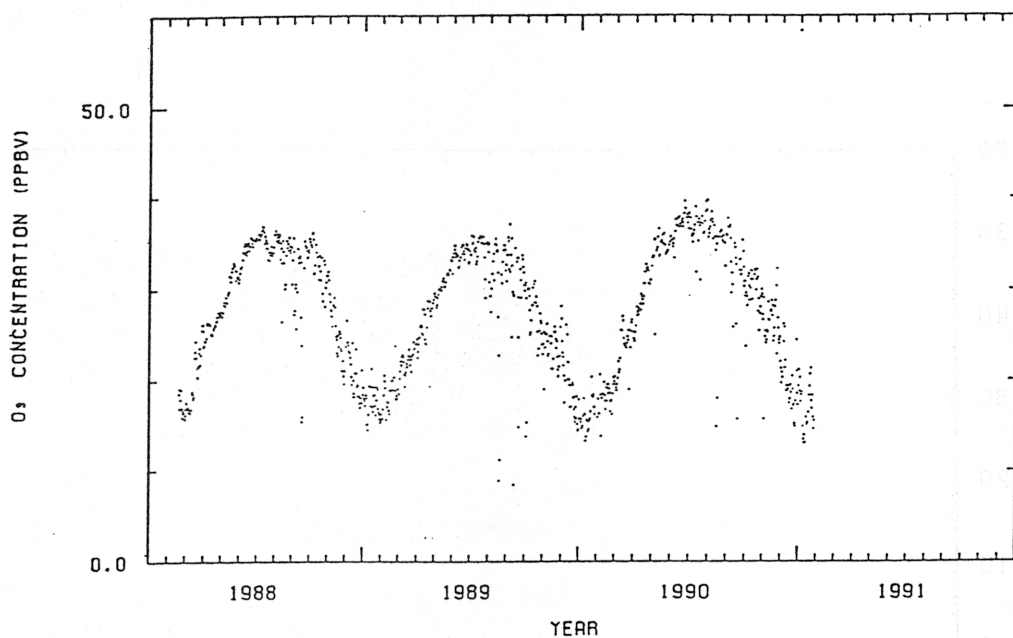


図 6 南極昭和基地における日平均地上オゾン濃度変化。

1991, 1992 年の Ny-Ålesund での雲と降水の観測

和田誠

国立極地研究所、東京都板橋区加賀1-9-10

電話:03-3962-4711、FAX:03-3962-5719

小西啓之

大阪教育大学、大阪府大阪市天王寺区南河堀町4-88

電話:06-771-8131、FAX:06-771-0374

Observations of clouds and Precipitation at Ny-Ålesund, Svalbard,
in 1991 and 1992

Makoto Wada

National Institute of Polar Research

9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173

TEL:03-3962-4711, FAX:03-3962-5719

Hiroyuki Konishi

Osaka Kyoiku University

4-88, Minamikawahori-cho, Tennouji-ku, Osaka-shi, Osaka 543

TEL:06-771-8131, FAX:06-771-0374

1. 始めに

1991年9月から Svalbard, Ny-Ålesund で北極域の雲、降雪の特性を調べる観測を開始した。1991年9月から1992年8月までは37 GHzのマイクロ波放射計、赤外放射温度計による観測を、1992年8月からは新たに垂直レーダーの観測を開始した。

雲の特性を理解する上で、雲の内部の粒子が水の状態なのか、氷の状態なのかを知ることは重要である。すなわち気候変動を理解するための雲の放射特性の研究にとっても、雲と降水量の関係をj知る研究のためにも重要である。また降水機構において過冷却の水滴と水蒸気の状態から氷晶がどのように形成され、その後降雪となるのかを考える上でも重要である。

極域で雲を観測する利点として、気温が低いと雨が降らないため（大きい粒の水粒子がない）、Xバンドのレーダーで雲を観測すると氷粒子からの反射のみを観測できる。一方マイクロ波放射計では水粒子の影響が大きく氷粒子の影響は少ない。この2つの観測機器を利用して雲、降雪の水と氷の量を求めようとするものである。赤外放射温度計ではさらに雲の有る無し、雲が厚いか薄いか、雲低高度などの情報を求めることができる。

これらの観測から得られた情報から、雲、降雪の特性の季節による変化、その特性の雲はどんな条件下で存在するのか、雲の特性と他の観測による情報との比較（例えば衛星から見た雲と地上から観測した雲との比較、雲の内部粒子による特性と雲の放射特性の関係）などを研究することが出来る。

2. 観測

観測は連続、通年を計画しているが、半無人観測であるので、消耗品関係の交換以外の保守は難しい。1991年には設置および初期観測のため約2週間、1992年には垂直レーダーの設置を含めて約10日間 Ny-Ålesund に滞在した。今回は滞在期間中の観測結果の概要と、半無人期間中のデータの問題点等について報告す

る。

3.1991年9月の観測

マイクロ波放射計(37 GHz)と赤外放射温度計をラベン(観測兼宿泊用建物)の屋根の上に設置した(図1)。両センサーとも鉛直上方を観測するようにセットされている。赤外放射温度計は雨や雪が機器の内部に入るのを防ぐため、9月22日から薄い透明のラップシートで受光口を覆った。ラップシートで覆う前の9月19日から21日までのマイクロ波放射計による雲水量、赤外放射温度計による温度、マイクロ波放射計のアンテナの表面温度モニター用のサーミスターによる温度の変化を図2に示した。また図3にラップシートで受光口を覆ったあとの22日から24日までの変化を示した。このモニター用のサーミスターの示す温度は直接太陽が当たらなければ気温に近いと考えられる。

図2を見ると、21日の3時頃から雪が降りアンテナに付着し溶けるためマイクロ波放射計のデータが異常を示しているが、20日のデータは赤外放射温度計のデータとマイクロ波放射計のデータ(雲水量)が良く対応していることを示している。即ち、赤外放射温度計が高い温度を示す時間帯の中で雲水量のピークが現れている。赤外放射温度計の値は雲低高度とも関係するが、この時は約-10Cである。図3でも同様の傾向が見られるが、赤外放射温度計の受光口をラップシートで覆った影響が見られ、雲が有る時は約-5C、雲のない時は約-25Cの温度を示している。しかしこのデータから雲の有無を判断することは可能である。

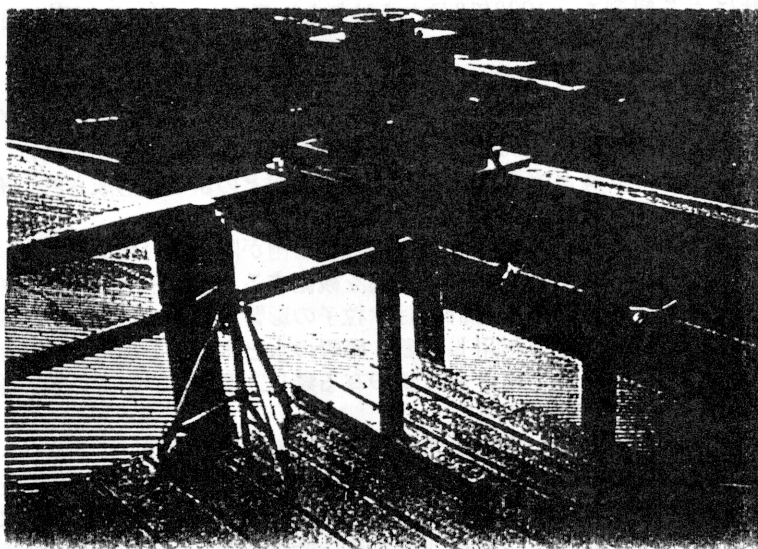


図1：37 GHzマイクロ波放射計と赤外放射温度計。

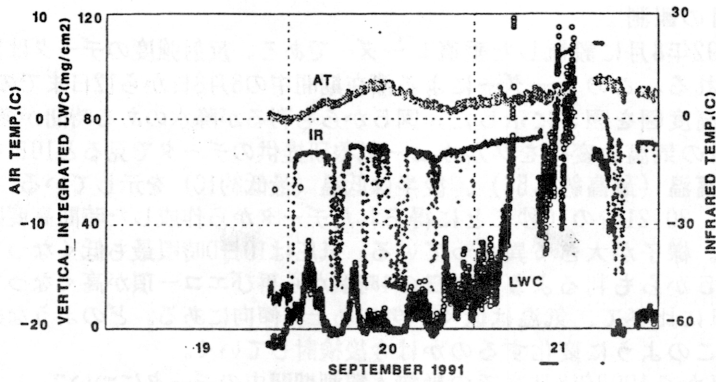


図 2 : 1991年9月19日から21日の鉛直雲水量(LWC)、赤外放射温度計による温度(IR)、アンテナの温度(AT)。

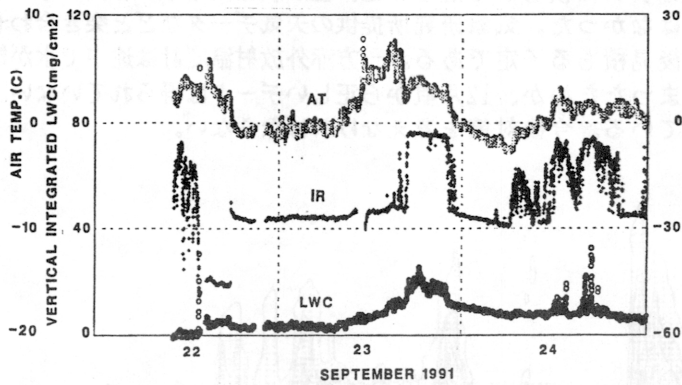


図 3 : 1991年9月22日から24日の図2と同様な量。ただし赤外放射温度計の受光部をラップシートで覆っている。

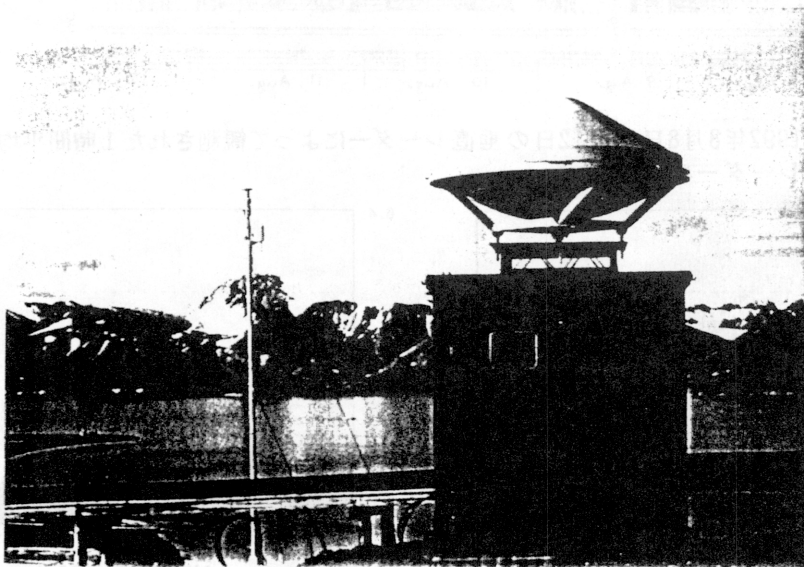


図 4 : Ny-Ålesundに設置された垂直レーダー。

4.1992年8月の観測

図4は1992年8月に設置した垂直レーダーである。反射強度のデータは10秒ごとに記録される。このレーダーによる滞在期間中の8月8日から12日までの1時間平均の時間高度図を図5に示した。図5からも判るが降水のある時間が多かった。8日から12日の気温の変化をノルウェー気象研提供のデータで見ると10日を境として前半は高温（最高約6.5C）、後半は低温（最低約1C）を示している。前半の9日の4-5時、20-21時の10秒ごとに得られたデータから作成した時間高度図を図6に示した。様子が大きく異なっている。気圧は10日0時頃最も低くなっている。このあと図5からも判るように10日の4時頃から再びエコー頂が高くなっている。この時は9日に比べて、気温は低く、気圧も上昇傾向にある。どのような条件でエコー頂がこのようなに変化するのかは今後検討していく。

5.1991年9月から1992年8月までの半無人観測期間中のデータについて

ほぼ1年間反無人でマイクロ波放射計赤外放射温度計の観測を続けてきたが、機器のトラブル等が起きた。今後更に検討しなければならないが簡単に報告する。まずマイクロ波放射計のデータはあまり大きなトラブルは起きていない。雨が降ったり、雪がアンテナに積もって溶けると、値が以上になることはあるがこの回数もあまり多くはなかった。気象研究所提供の天気データなどと突き合わせ1年間の雲水量を今後見積もる予定である。一方赤外放射温度計は途中で水が機器の内部に入ってしまったためか、12月頃から正しいデータは得られていない。現在は観測を中止している。今後対策を考えなければならない。

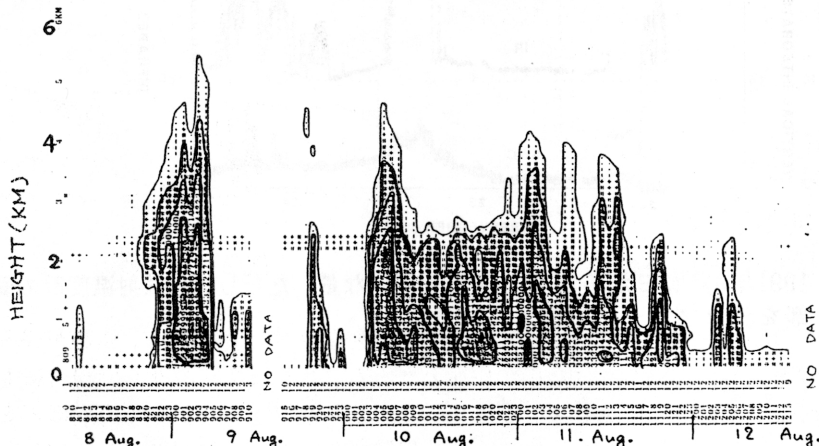


図5：1992年8月8日から12日の垂直レーダーによって観測された1時間平均のレーダーエコー図

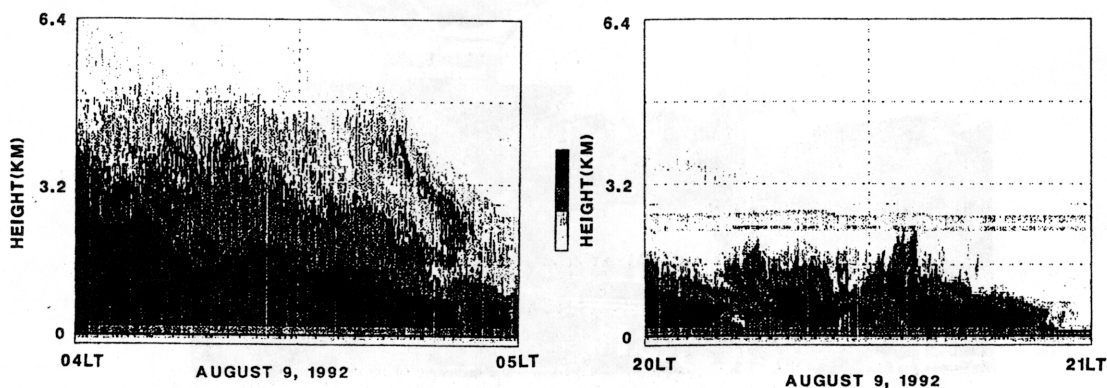


図6：10秒ごとに得られたレーダーエコー図。8月9日の4時から5時、20時から21時のものを示す。

スバルバル諸島ブレッガー氷河における氷河湖崩壊洪水
Glacier Lake Outburst Flood at Brøgger Glacier, Svalbard

伊藤 一

国立極地研究所 北極圏環境研究センター 東京都板橋区加賀 1-9-10

Hajime ITO

Arctic Environment Research Center, National Institute of Polar Research
1-9-10 Kaga Itabashi, Tokyo

スピッツベルゲン島においてGLOF(氷河湖崩壊洪水)の痕跡を観察したので報告する。ニーオルスン近傍、東西両ブレッガー氷河合流点付近には多数のループ状モレーンが幾何学模様を描く。ループ内の平坦面には氷河に削られた細粒土が堆積していることから、それぞれのループは過去に氷河湖を形成していたものと思われる。それらの氷河湖からの排水は徐々に行われた場合もあろうが、モレーンの一部分の切開により短時間に排水されたものもあると思われる。図1、2はモレーンダム型のGLOFの典型的なものの痕跡である。最初、モレーンの弱所に水流が生じ、貫通した後、短時間の間に水路断面積を急速に増加した結果、図のような切開が生ずる。

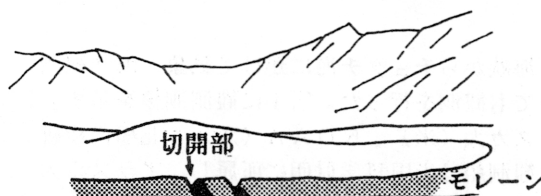


図1 GLOF切開部のあるモレーン



図2 切開部

切開の経過は短時間に終了し、事後には物質が運び去られてしまうため、痕跡が残らず観察するのが困難である。もし、なんらかの原因により、プロセスが中断した場合にも、降雨等により痕跡は短期間に消滅してしまう。同所では、水流がモレーン高の中ほどを貫通し細粒土を流し出した直後、しかしモレーンを切開する前に、現象が中断し(別の箇所から排水されたものと思われる)その状態がまだ保存されている珍しい例も存在していた(図3、4)。

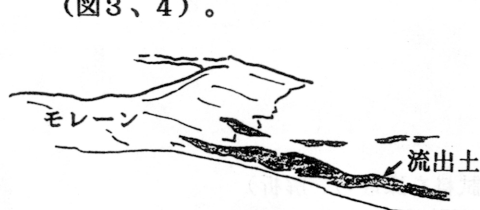


図3 土砂流出痕跡のあるモレーン

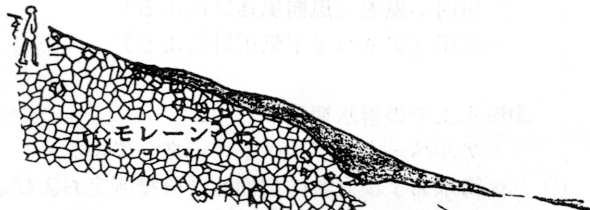


図4 流出痕跡側面

この地点は以下の理由により、GLOF調査上、好立地であるといえる。

1. 気象状況等のデータが豊富である。特に直下流にある水文観測所(1989年設置)の流出量データは有用。
2. 氷河湖内の水は赤色土粒子を含んでおり、無色の低地融雪水と識別できる。
3. 氷河そのものの調査も実施されている。

チュクチ海における気象・雪氷観測（1992年秋季）の概要

中 村 亘

海洋研究部、海洋科学技術センター、横須賀市夏島町2-15

電話：0468-66-3811、FAX：0468-65-3202

Meteorological and Glaciological Observation in Chukchi Sea, in Autumn, 1992

Toru Nakamura

Ocean Research Department, Japan Marine Science and Technology Center,

2-15 Natsushima-cho, Yokosuka 237, Japan

TEL:0468-66-3811、FAX:0468-65-3202

はじめに

1992年9月から10月にかけて、ベーリング海峡からチュクチ海にかけて気象・海洋観測を行うとともに、チュクチ海の海氷上においても観測を行った。図1に観測測線を示す。今回の観測は、海洋科学技術センターとアラスカ大（米）、NOAA（米）、北極南極研究所（ロシア）の共同観測であり、使用した観測船は米国科学財団に所属し、アラスカ大学が運航する耐氷船「アルファ・ヘリックス」である。ここでは気象観測と海氷上での雪氷観測について述べる。

1. 観測項目

観測項目は以下のとおりである。

①気象観測

- ・放射収支（日射計、放射計による）
- ・気温、湿度（温湿度計による）
- ・風向、風速（風向風速計による）
- ・気圧（アネロイド気圧計による）

②海氷上での雪氷観測

- ・アルベード（アルベドメーターによる）
- ・海氷および冠雪の物性等（直接測定および、試料を採取し、解析）
[密度、汚れ、温度等]

2. 解析結果（概要）

①気象観測

解析を進めているところであり、優先して解析している氷縁海域におけるデータ（9月25日～30日）を示す。

- ・気温、比湿（図2）

気温は 1°C ～ -6°C の範囲で変動しており、この期間の平均気温は -3.3°C である。比湿（単位質量の空気中に含まれる水蒸気の質量）は気温が低いこともあり、 $2\sim 3\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ 程度と少ない。

- ・日射量（図省略）

この期間中はほぼ曇天であったため、日射量は $200\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 以下程度となっている。

- ・風速（図省略）

この期間中の平均風速は $4\text{m}\cdot\text{sec}^{-1}$ 程度であり、強いときには $10\text{m}\cdot\text{sec}^{-1}$ をこえた日もあった。

②海水上で雪氷観測。

9月25日～30日の間に、4地点において海水上に降りて観測を行った。

- ・海水表面におけるアルベード

アルベドメーターによる観測を9月25日、26日、29日、30日の4回4地点で行った（図3）。測定した日射量（ S_{down} ）、反射量（ S_{up} ）とその比であるアルベードを図4に示す。この期間中に新雪が積もったため、アルベードがかなり高い値をとっている。アラスカ沖での値（0.87、0.90）に比べて、ロシア・ウランゲル島東方の2地点での値（0.85）がやや低いのは、アラスカ沖での2地点（25日、26日）は積もりたての新雪であったのに対し、ロシア・ウランゲル島東方の2地点（29日、30日）は変質の進んだ雪の上に薄く新雪が積もっていたという、雪面の状況の違いによるものと思われる。

- ・冠雪の物性等

アルベードを測定した4地点で、冠雪の密度、汚れ、温度等の観測を行った。新積雪の密度は約 $0.15\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ （深さ0～3cm）であり、冠雪の表面温度はほぼ気温に等しい状況であった。汚れについては、新雪で覆われていたこともあり、1991年の8月に観測したスピッツベルゲン北方の海水上で比較して、かなりきれいだという印象を受けた。

3. おわりに

今後はさらにデータの整理・解析を進めていく予定である。具体的には、

①気象観測

観測した気象データを用いて、海水表面および海面における熱収支を計算し、大気～海水、大気～海洋間の熱的環境を調べる。

②海水上で雪氷観測

観測した冠雪の密度や汚れ具合などをパラメータとするアルベードモデルの計算値と観測値を比較し、アルベードモデルの適応性と調べる。

が挙げられる。

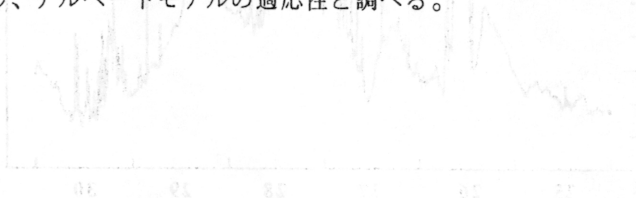


図4 日射量と反射量の関係

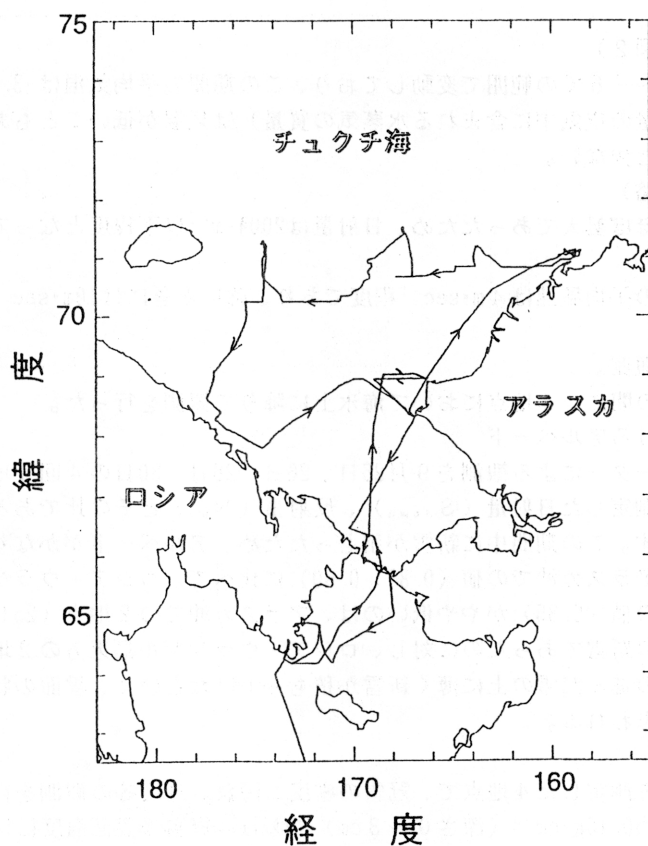


図1 チュクチ海観測測線

1992 September

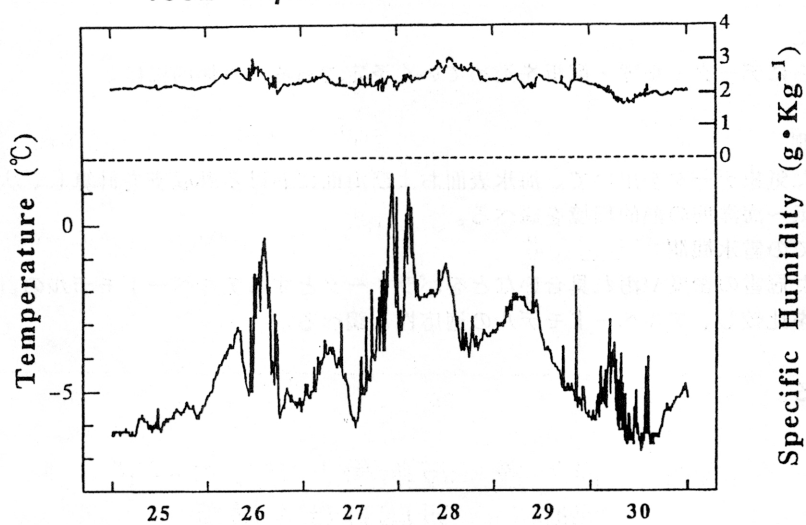


図2 氷縁海域における気温、比湿

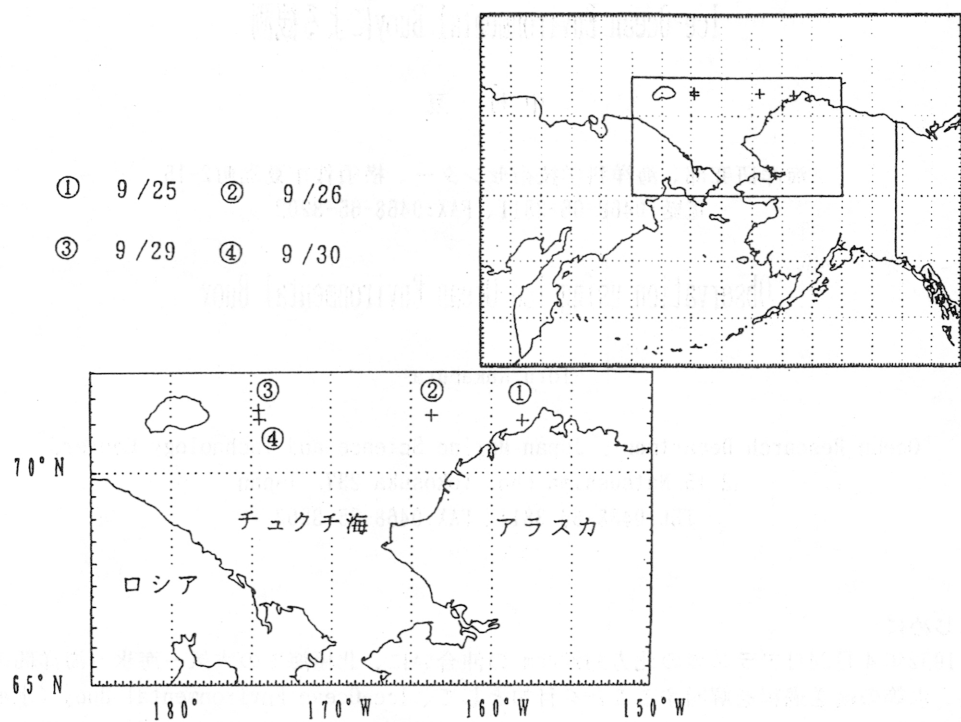


図3 アルベード観測地点

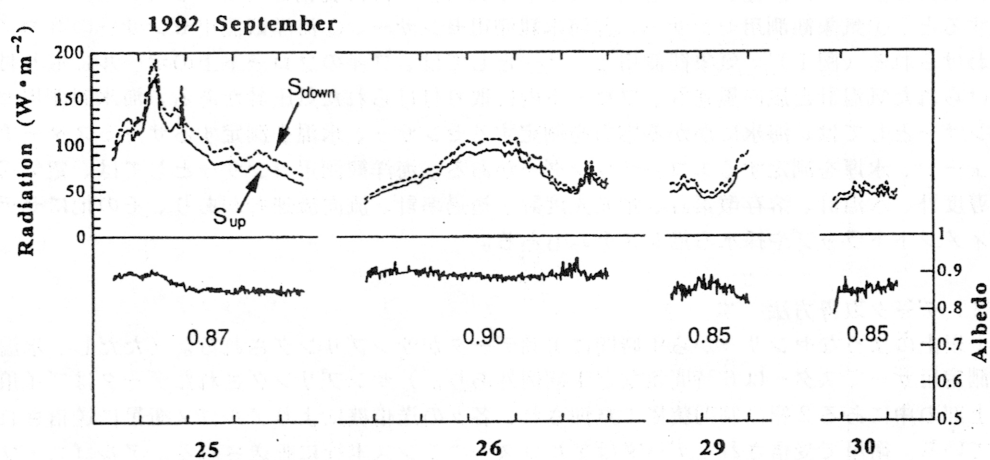


図4 日射量、反射量とアルベード
横軸の1目盛りは1時間

Ice-Ocean Environmental Buoyによる観測

中 村 亘

海洋研究部、海洋科学技術センター、横須賀市夏島町2-15

電話:0468-66-3811、FAX:0468-65-3202

Observation using Ice-Ocean Environmental Buoy

Toru Nakamura

Ocean Research Department, Japan Marine Science and Technology Center,

2-15 Natsushima-cho, Yokosuka 237, Japan

TEL:0468-66-3811、FAX:0468-65-3202

はじめに

1992年4月24日アラスカの北方約280kmの沖合いに、北極海での大気～海水～海洋間の熱、水等の輸送過程を解明することを目的として、Ice-Ocean Environmental Buoy（氷海用自動観測ステーション、以下IOEBとする）を設置した。IOEBは米国ウッズホール海洋研究所と共同で作製したものである。今回は、IOEBの構成やデータ取得方法、取得データについて述べる。

1. IOEBの構成

IOEBは多年氷に直径1mの穴を開けて設置された。IOEBに装備されているセンサーを大別すると、①気象観測用センサー、②海水観測用センサー、③海洋観測用センサーの3つに分けられる（図1）。気象観測用センサーとしては、ブイのフロート上のポールに取り付けられた気温計と風向風速計、フロート内に取り付けられた気圧計がある。海水観測用センサーとしては、海水にかかる応力を測定するセンサー、氷温を測定するサーミスターチェーン、氷厚を測定するエコーサウンダーがある。海洋観測用センサーとしては、電気伝導度計、水温計、溶存酸素計、蛍光光度計、透過率計、流向流速計があり、その他にセディメントトラップや採水ろ過システムもある。

2. データ取得方法

以上のようなセンサーから1時間に1回データがサンプリングされる。（ただし、氷温測定用サーミスターは6時間毎など1部例外あり。）サンプリングされたデータはブイ頂上部の中にある2組の制御装置で整理され、各々の送信機によりアルゴス衛星に送信されている。衛星で受信されたデータはアルゴス・フランス本社に転送される。アルゴス・フランス本社に蓄積されたデータを電話回線を介して入手している。

3. 取得データ

取得したデータは、1カ月単位でまとめられている。以下に例を示す。

①位置

4月24日に北緯73度3分、西経148度48分の地点に設置されたIOEBは、その後複雑な動きをしながら、12月27日現在北緯74度5分、西経157度20分にある(図2a、b)。

②気圧

データが安定して送られてくるようになった5月6日から図3にプロットした。変動そのものはよさそうである。たとえば、筆者が10月5～6日にベーリング海峡付近で体験した気圧低下(1015→970hPa)に対応する気圧低下が10月6～8日にかけてみられる。しかし、絶対値自体がシフトしている可能性がある。

③気温

気温も気圧同様、5月6日からのデータを図4にプロットした。5月当初は-10℃程度であった気温も6月半ばにかけて徐々に上昇し、6月半ばから8月にかけては0℃前後を保っている。9月にはいると徐々に下降しだし、12月には-30℃程度まで下がってきている。

4. おわりに

IOEBはその後順調にデータを送信し続けているが、一部のセンサーに不具合が生じたと思われるデータも含まれている。データを記憶できるセンサーもあり、IOEB回収時にデータが取得できる可能性もある。セディメントトラップや採水ろ過システムのデータも回収しないことには入手できないので、バッテリーの寿命を考慮して、2年後くらいに回収を予定している。

今後は、取得したデータとその他のデータとの関連(たとえば、IOEBの移動と気圧場、風向風速との関連)を調べたりする予定である。

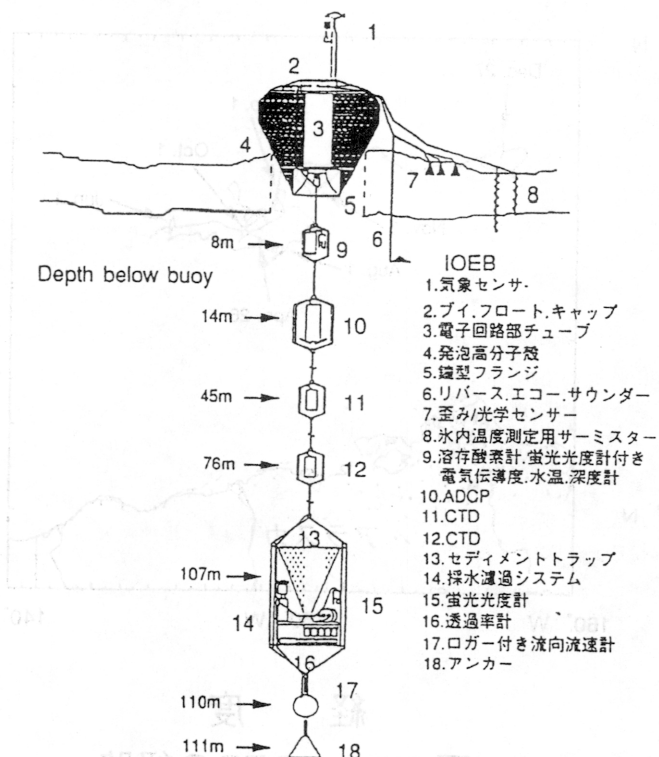


図1 IOEBの構成

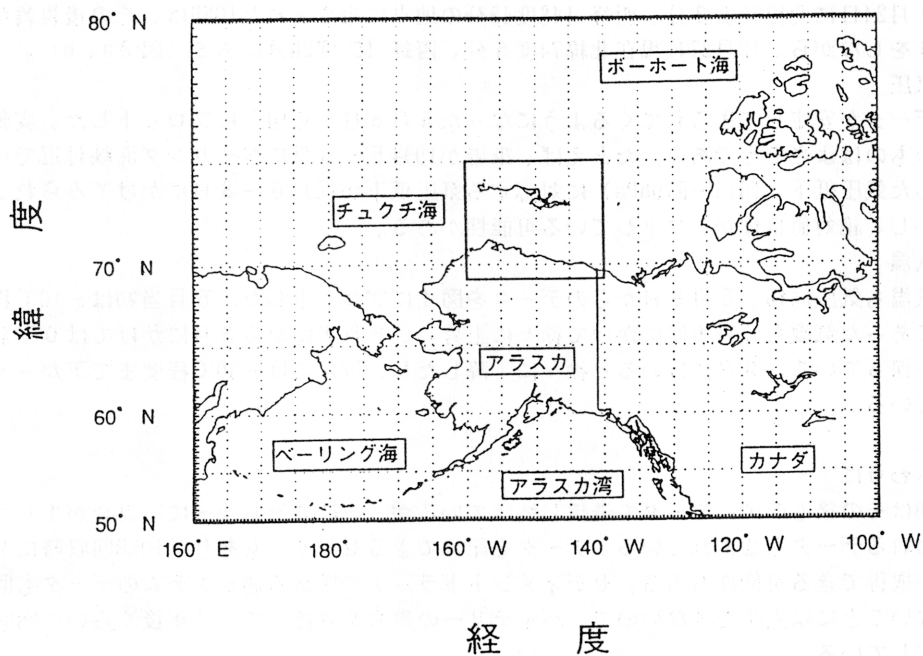


図 2 a IOEBの経路

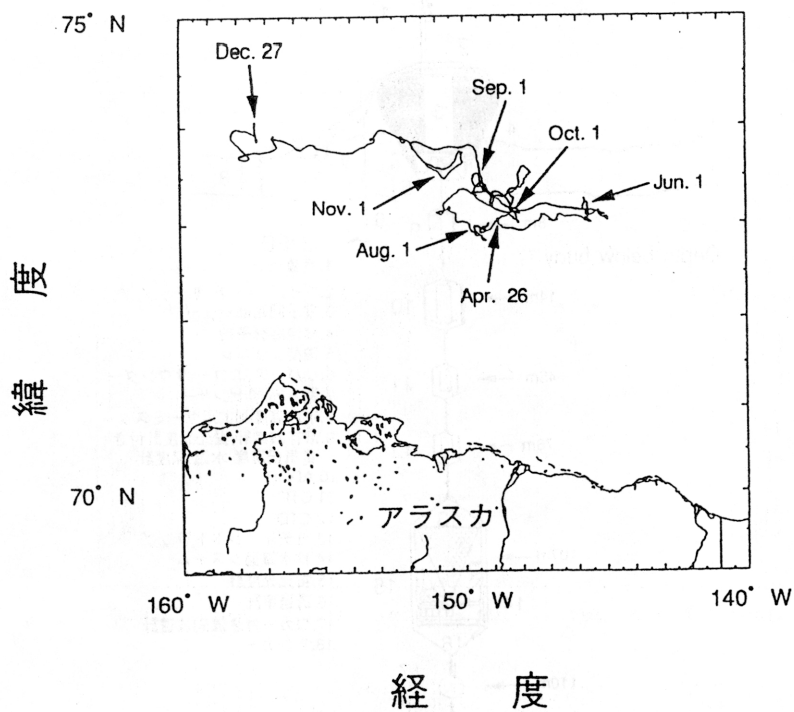


図 2 b IOEBの経路

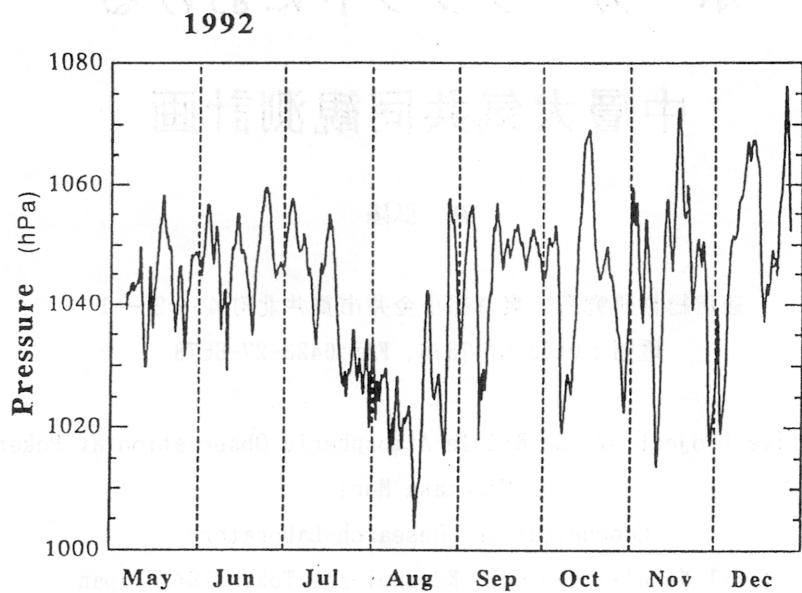


図3 IOEBで測定された気圧

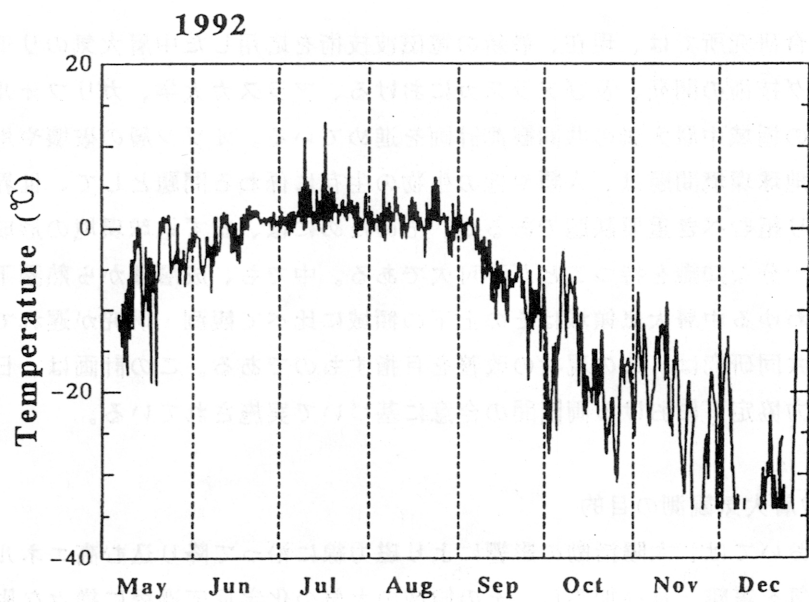


図4 IOEBで測定された気温

ポーカーフラットにおける

中層大気共同観測計画

森 弘隆

通信総合研究所、東京都小金井市貫井北町4-2-1

電話：0423-27-7539、FAX:0423-27-6678

Cooperative Project of the Middle-Atmospheric Observation at Poker Flat

Hiroataka Mori

Communications Research Laboratory

4-2-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184, Japan

TEL:0423-27-7539, FAX:0423-27-6678

1. 緒言

通信総合研究所では、現在、最新の電磁波技術を応用した中層大気のリモートセンシング技術の開発、及びアラスカにおける、アラスカ大学、カリフォルニア大学等との極域中層大気共同観測計画を進めている。オゾン層の破壊や地球温暖化等の地球環境問題は、人類や他の生物の生存に係わる問題として、世界的に緊急に取り組むべき重要課題であるが、そのためには、まず地球環境の形成機構に関する十分な知識を持つことが不可欠である。中でも、成層圏から熱圏下部に至る、いわゆる中層大気領域はその上下の領域に比べて観測・研究が遅れているため、本共同研究は、この現状の改善を目指すものである。この計画は、日米科学技術協力協定下における両国間の合意に基づいて実施されている。

2. 極域中層大気観測の目的

極域においては、太陽活動の影響により磁力線に沿って降り込む高エネルギー粒子が大気を電離、及び加熱し、その領域の大気の化学反応過程に様々な影響を及ぼしている。その結果生じた大気変動が大気の大循環により中・低緯度に及び、太陽活動に伴う地球環境変動の一因を成していると考えられる。この共同観測はこれらの過程を定量的に把握し、地球環境変動機構の解明に寄与することを目的としている。

3. 開発を目指す計測機器

前節で述べたように、極域の大気現象には電磁的、力学的、化学的諸過程が複雑に関連しているため、その発生機構を解明するには、これらに係わる物理量を漏れなく同時計測することが必要となる。そのためには、多種類の計測機器を効果的に組み合わせた観測体制を作り上げることが望まれる。アラスカ大学地球物理研究所は、アラスカ州フェアバンクス近郊のポーカーフラットに広大な実験・観測場（Poker Flat Research Range）を保有し、長年にわたり極域大気科学研究を行っている。また、近くにはカリフォルニア大学の保有する電離層アクティブ実験施設（HIPAS）や関連観測施設等もあることから、ポーカーフラットは我々の目的を達成するのにふさわしい条件を備えていると考えられる。米国側においても、現在アラスカ大学を中心に実験・観測施設の大幅な拡充計画を実施している段階であり、総合的な観測体制を早期に実現するためにも、日本との共同研究に大きな期待がかけられている。図1は、両国が開発を計画している計測機器とその観測内容の概略を示したものである。

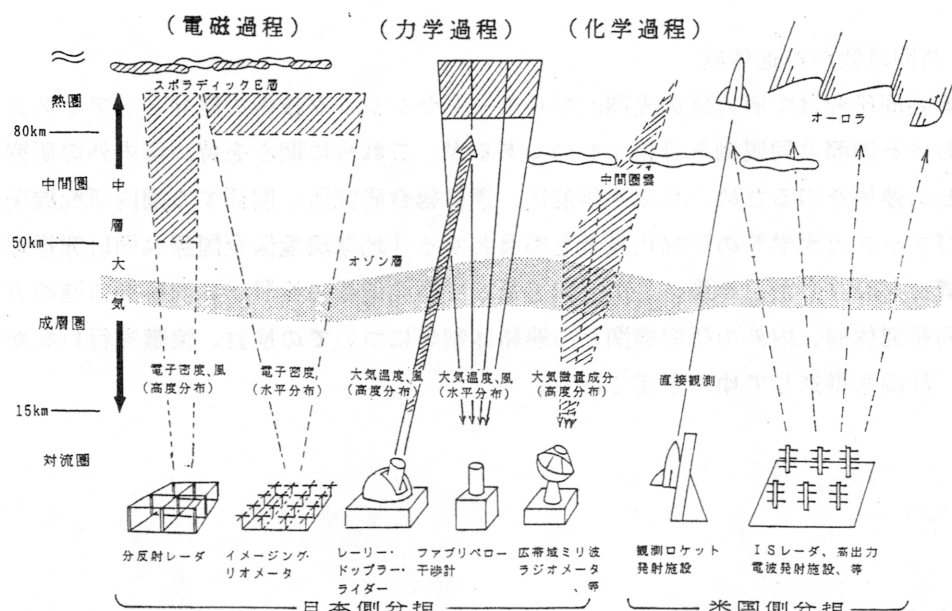


図1. 共同開発機器と観測内容

日本側が開発を目指している計測機器は、電離層E、D領域の電子密度、及び風の高度分布を観測する分反射レーダ、銀河電波の吸収からD領域の電子密度の水平分布を推測するイメージング・リオメータ、成層圏から中間圏にわたる大気の

温度、及び風の高度分布を観測するレーダー・ドップラー・ライダー、熱圏下部の大気発光の観測をもとに大気温度、及び風の水平分布を求めるファブリペロー干渉計、中層大気中のオゾンや大気微量成分からのミリ波帯電波放射を観測し、それらの密度の高度分布を求める広帯域ミリ波ラジオメータ等である。一方、米国側は光学観測施設の新設、ロケット観測施設の拡充、及びISレーダ、電離層アクティブ実験施設等の大規模施設の建設を行う計画を進めている。日本側は、予算計画に従って予定する計測機器の開発を順次進め、米国側の開発計画との整合を図りながら、ポーカーフラットへ移設し、米国側の機器との共同観測を実施する。現在の予定では、イメージング・ラジオメータの開発を今後2～3年で完成させ、最初にポーカーフラットへ移設することを目指している。イメージング・ラジオメータとしては、これまでに8素子×8素子のアレイアンテナを用いた装置が開発されており、南極昭和基地等でも観測に利用されているが、今回は、世界的にも最新の16素子×16素子のアレイアンテナを用いた高空間分解能の装置の開発を目指しており、極域大気中の降下粒子等による激しい時間・空間変動現象の観測に威力を発揮するものと、米国側からも期待されている。

4. 共同研究の推進体制

本共同研究は中層大気の先端的なリモートセンシング技術の開発と、アラスカにおける国際共同観測を目指すものであるが、これらに関心を持つ国内外の研究者との連携を図るため、平成4年度に、通信総合研究所、関係する国内研究機関、及びアラスカ大学等の研究代表者を委員とする「地球環境保全国際共同研究推進会議」を設立した。今後、この会議を通して開発機器の検討、共同研究の進め方、共同研究体制、内外の研究機関との連絡体制等についての検討、協議を行いながら、計画を推進してゆく予定である。

磁場・オーロラの北極広域多点観測

林 幹治、 国分 征

地球惑星物理学科、東京大学理学部、東京都文京区本郷 7-3-1

電話：03-3815-8020、FAX:03-3818-0745

Global Network Observation of Magnetic fields and Auroras in the Northern Polar Region

Department of Earth and Planetary Physics

University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo, Tokyo 113, Japan

Phone:+81-3-3815-8120, Fax:+81-3-3818-0745

観測が1点より多点、一次元より二・三次元と拡張するのは未知領域への期待であり必然である。しかし、地上で簡単な観測を一地点で行う場合でも、天候が良い、人工雑音の影響が少ない等の条件が満たされて、待ち受けた現象の諸相が現れ、確実に（正常な）記録データとして取得することは容易ではない。天候など自然条件が（確率的に）関わる部分は観測に費する時間が蓄積され、やがては答が出るはずである。しかし、それには随時、加速を心がけた努力の維持が前提であり、STEP(Solar Terrestrial Energy Study)等国際共同研究の意義の一つもここにある。

多数の観測地点よりの、(オーロラを対象とした)全天TV画像や磁場変動の時系列データは単にそれらを空間的に連ねて（電離層上の）二次元時系列の構築部品となるだけではない。個々の観測地点で自然及び人工的に生じる情報欠落を補完する（観測データの冗長度を高める）効果が大い。この意味では観測点の数が多すぎるといふ事態が生まれることは当面心配する必要はない。

センサーにより検出される（アナログ）電気信号は元の物理量に密着しており実験（観測）者が入念に吟味する部分であり今後とも変わらないであろう。しかし、検出され電気信号となった観測事象をいかに精度良く確実にコンパクトに人の手を煩わせることなく一次凍結するかという、伝送・変換・記録の部分はこれまでもそうであったように、ハード、ソフト両面での社会情勢の進化に依存した"当面"の選択であり続けるであろう。

磁場観測網は、今世紀中に大半が衛星回線による伝送に移行する趨勢にあるが、当面の選択は小型・（従来よりは）安価な大容量データロガーにより操作の手間を減らし残りの機器管理あるいは信頼性は委託する現地協力者に委ねるものとなっている。そして、100グラム余りの130 MB のカセットテープは封書として郵送により海外の各観測地点より月々無造作に送付されて来る。しかし、残念ながら、このデータ収録システムの中で今、最も信頼性が問題となっているのは、郵送システムではなく、データロガー自身である。改善のための仕様変更が新たな問題を派生し、海外の概ね僻地の多数の観測地点への対応は、時間、手間、経費の全てにわたる深刻な事態となる。

プログラムROMの書き換え交換を必要とした最近の事例では、問題の機器が手近にないことで、原因の究明と解決策の発見に2ヶ月、20箇所の機器に新しいROMを製作し連絡・発送に1ヶ月を必要とした。各観測地点へのFAXによる直接往信、大学関係とは電子メールと現今の通信環境が最大限に活用された。

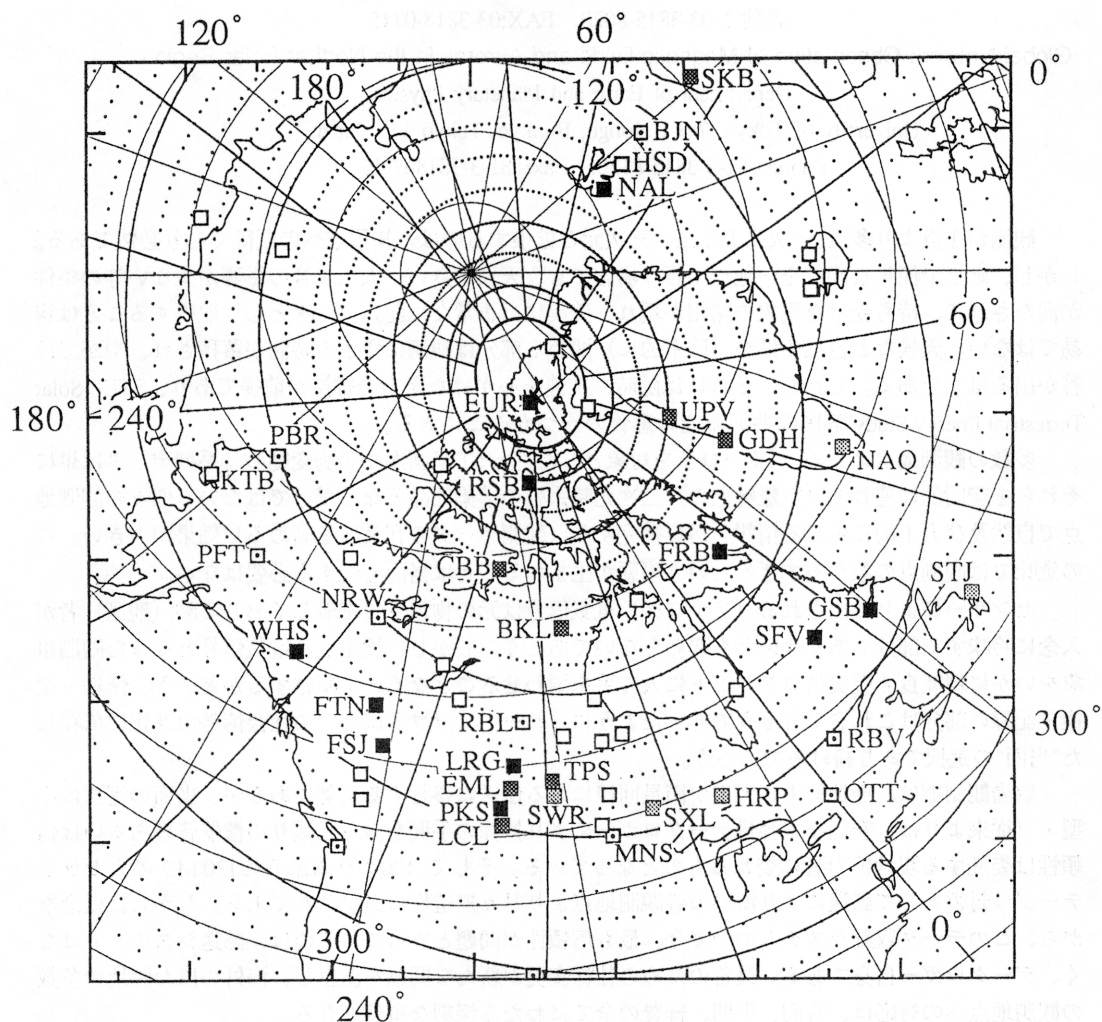
STEP Polar Network の現状とこの冬（1992-1993）の計画

●磁場観測網：Fluxgate 磁力計と誘導磁力計の観測地点を図1と表1に示す。

観測システムについて、この夏以降で改善・強化された点は、

1. Fluxgate 磁力計及び誘導磁力計の組み合わせの観測地点がカナダ地域に新たに5箇所、グリーンランドに1箇所つけ加わり、カナダ、グリーンランド、ノルウエーにそれぞれ、15,2,2箇所の合計19箇所となった。

北極域STEP磁場観測網（1992年12月現在） STEP Polar Network



Corrected Geomagnetic Coordinate, epoch 1990-01

- Fluxgate & Induction magnetometers 1991~
- ▣ Fluxgate & Induction Magnetometers 1992~
- ▤ Induction Magnetometer (digital)
- ▥ Induction Magnetometer (analog)

図 1 .

STEP Polar Network, Magnetometer Sites

Stations		Locations				Magnetometers /(logger)
		Geographic		Geomagnetic		
*Eureka	(EUR)	80.0	274.1	88.9	318	F+I/(130MB)
*Resolute Bay	(RSB)	74.7	265.1	84.5	316	F+I/(130MB)
*Upernavik	(UPV)	72.8	303.9	79.8	41	F+I/(40MB)
*Cambridge Bay	(CBB)	69.1	255.0	77.6	306	F+I/(130MB)
*Godhaven	(GHV)	68.6	306.4	75.7	40.0	F+I/(130MB)
*Ny Alesund	(NAL)	78.9	11.9	76.0	112.3	F+I/(130MB)
*Baker Lake	(BKL)	64.3	264.0	74.5	325.5	F+I/(130MB)
*Frobisher Bay	(FRB)	63.7	291.5	73.6	14.5	F+I/(130MB)
.Normanwells	(NRW)	64.9	234.5	70.0	281.7	I/(130MB)
..Point Barrow	(PBR)	71.3	203.2	69.9	249.2	I/(130MB)
*Narsarsuaq	(NAQ)	61.2	314.6	67.0	43.9	I/(130MB)
*Rabbit Lake	(RBL)	58.2	256.2	67.8	315.9	I/(130MB)
*Skibotn	(SKB)	69.3	20.8	66.2	104.8	F+I/(130MB)
*Schefferville	(SFV)	54.8	293.1	64.9	14.1	F+I/(130MB)
*Fort Nelson	(FTN)	58.9	237.2	64.9	290.7	F+I/(130MB)
*Whitehorse	(WHS)	60.7	224.9	63.7	236.8	F+I/(130MB)
*The Pass	(TPS)	54.0	258.9	64.0	321.0	F+I/(130MB)
*La Ronge	(LRG)	52.0	264.5	64.6	314.6	F+I/(130MB)
..Poker Flat	(PFT)	65.1	212.5	65.4	262.3	I/(130MB)
*Goose Bay	(GSB)	53.3	299.6	63.2	23.0	F+I/(130MB)
*Emma Lake	(EML)	53.6	254.1	62.9	316.5	F+I/(130MB)
*Swan River	(SWR)	52.7	258.7	62.2	321.3	I/(130MB)
*Fort St. John	(FSJ)	56.2	239.1	62.5	294.4	F+I/(130MB)
*Sioux Lookout	(SXL)	50.1	268.1	61.5	336.0	I/(130MB)
*Hornepayne	(HRP)	49.2	275.3	60.9	386.0	I/(130MB)
*Parksite	(PKS)	52.2	252.8	61.3	313.2	F+I/(130MB)
*Lucky Lake	(LCL)	51.0	252.9	60.2	313.8	F+I/(130MB)
..Menisino	(MNS)	49.1	268.8	59.6	329.2	I/(130MB)
*St. John's	(STJ)	48.3	307.3	55.6	31.1	I/(130MB)
.Ottawa	(OTT)	45.4	284.3	56.9	359.7	I/(130MB)
Kotsubue	(KOT)	66.9	197.4			
Nome	(NOM)	64.3	194.6			

Stations associated with * have been in operation December 1992.

F:Fluxgate magnetometer, I:Induction magnetometer

(130MB):130MB digital datalogger runs 1 (F & I) or 6 (F only) months/cassette tape

-F: 14 bit in word length; 125 or 250 pT of the minimum resolution at LSB.

-I: 12 bit (H,D components) and 8 bit of differential compression(Z).

The minimum detection level is about 3 pT at 1Hz.

2. データロガーは、昨年試験的に2箇所に設置した長時間モデルを標準とすることにした。そのため旧モデルとの交換あるいは現場での改造作業を行った。この更新により全ての地点において、Fluxgate 及び誘導磁力計データの同一カセットテープ上への一か月連続記録が実現されることとなった。また、テープ交換頻度の低減、郵送費用の節約の意味でも効果が上がった。

3. 誘導磁力計のみの観測点は12地点あり、5地点に長時間データロガーを設置しデジタル記録に移行した。記録取得の安定化、テープ交換頻度（週1度から月1度）の改善、データ処理の能率化の効果が大きく、随時（冬季観測時には更に5箇所追加）デジタル記録方式へ移行する予定である。

問題点：多数の観測点の維持は大部分無報酬の現地協力者によって支えられている。現地の観測委託に関わる実経費は基本的には郵送費であるが小数の地点はサービス経費を必要とする。個々には高額ではないが件数が多く事務的に煩雑なこともあり共同研究分担者の現地大学にかなりの額を負担してもらうこととなった。早急にすっきりとした方式を日本側に用意する必要がある。

データ処理：1ヶ月単位 of データ容量に合わせて月初めのテープ交換に統一することができた。月々、テープ20巻、再生データとして1.8GBが一時期に集中することになり処理が遅れがちになっているが、処理システム（ソフト）にも改良の余地がある。一分値のftp anonymous による公開も1992年3月までと遅れているが年度内に追いつく予定である。

●冬季オーロラ観測：全天TVカメラが設置される地点と視野領域の分布を図2に示す。極冠中心からカスプ帯 (Eureka, Resolute Bay, Cambridge Bay)、カナダオーロラ帯 (Fort Simpson, Fort Nelson, Fort Smith, Fort McMurray) に連なる視野網は更に Saskatchewan 大学の (Rabbit Lake, La Ronge, Parksites) に合流する。地名の略号と観測機器の種類については下表を参照されたい。

	Abr.	All-sky TV Cameras	Photometer	
Eureka	EUR	CCD-II	MSP	(U Sask)
Resolute Bay	RSB	CCD-II	MSP	
Cambridge Bay	CBB	CCD-II		
Fort Simpson	FSP	CCD-II		
Fort Nelson	FTN	SIT		
Fort Smith	FSM	CCD-II		
Fort McMurray	FMC	CCD-II, ISIT		
Rabbit Lake	RBL	CCD-II	MSP	(U Saak)
La Ronge	LRG	CCD-II		(U Sask)
Park Site	PKS	SIT	MSP	(U Saak)
Goose Bay	GSB	(ISIT)		
Upernavik	UPV	CCD-II		
Godhaven	GHV	SIT	MSP	
Ny Alesund	NAL	ISIT, CCD-II	MSP	(U Oslo)
Skibotn	SKB	(CCD-II)		(U Tromso)
Poker Flat	PFT	(I Orthicon)		(U Alaska)
		()は参考/未定	()以外はSTEP観測グループ	

STEP オーロラ観測グループ(1992-1993)

(東大・理) 林 幹治

(名大・STE) 湯元清文、西野正徳、藤井良一、塩川和夫、西谷望、野沢悟徳

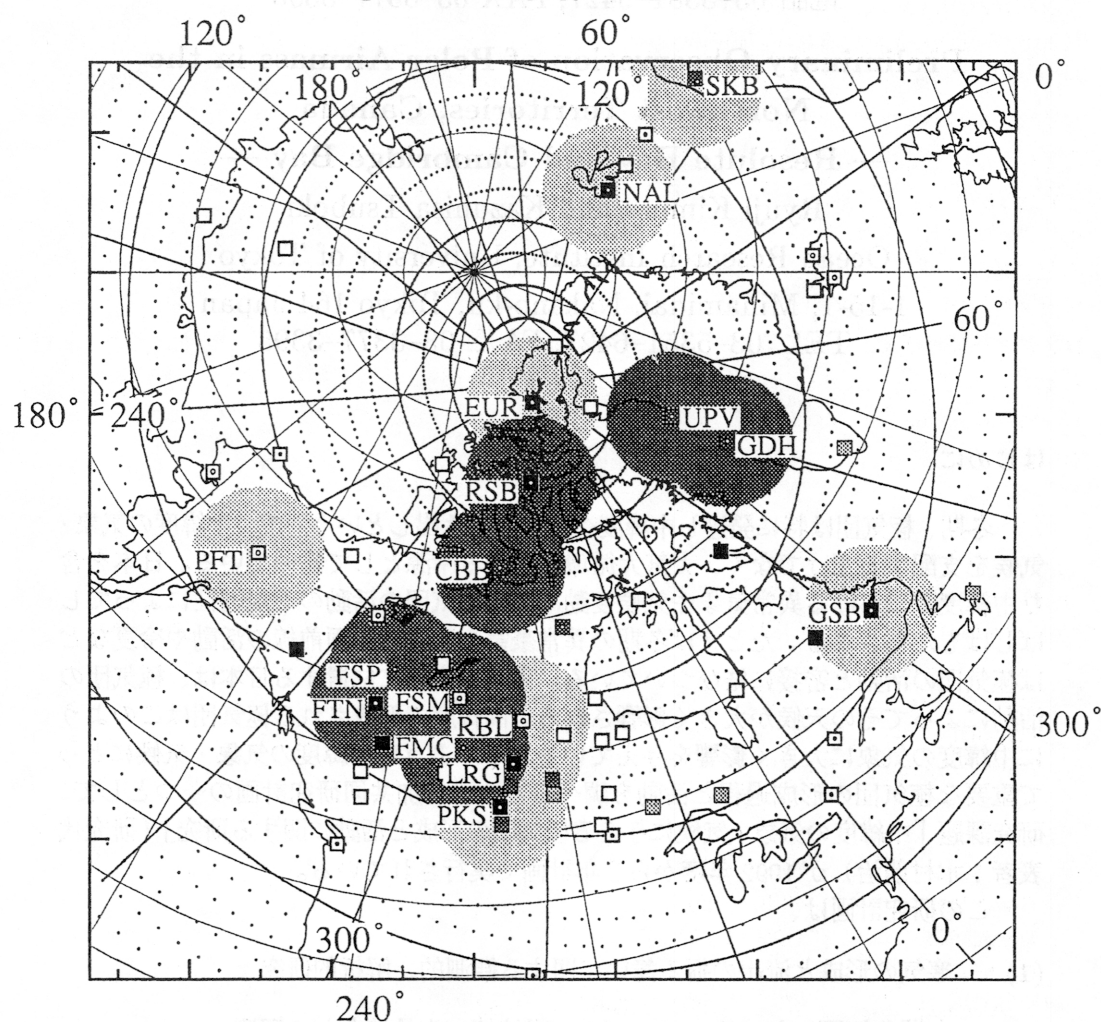
(拓大・工) 巻田和男

(UBC) 渡辺富也

Aurora Observation Sites, 1992-1993 Winter

オーロラ観測域、1992-3（冬）

STEP Polar Network



Corrected Geomagnetic Coordinate, epoch 1990-01

日本STEP観測グループ

現地観測グループとの連携

図 2.

カナダ北極圏気象観測予備調査 — Resolute Bay 及び Cambridge Bay の報告 —

木村龍治・坪木和久

東京大学 海洋研究所, 東京都 中野区 南台 1-15-1 (164)

電話 03-5351-6427, FAX 03-3377-3395

Preliminary Observation of Polar Airmass in the Northwest Territories, Canada

— Resolute Bay and Cambridge Bay —

Ryuji Kimura and Kazuhisa Tsuboki

Ocean Research Institute, University of Tokyo

1-15-1, Minamidai, Nakano-ku, Tokyo 164 Japan

TEL. 03-5351-6427, FAX. 03-3377-3395

はじめに

冬期、極気団は特に発達し中緯度への寒気吹き出しという形で、中緯度の気象・気候を支配するだけでなく、大気大循環における冷源として働いている。日本を含む中緯度帯における異常気象や気候変動はこの極気団の活動の不規則性によってしばしばもたらされる。たとえば冬期の異常豪雪や暖冬、梅雨前線の活動や冷夏などは極気団の活動と密接に結びついている。大陸の東岸に位置する日本は、極気団の活動によってその天候が大きく影響される。高緯度で形成される極気団はこのように中緯度の気象に大きく影響を与えている。このように中緯度の気象・気候にとって重要な極気団の形成過程と活動を調べるため、日加共同研究計画の一つとして、研究課題「中緯度の気象・気候に与える極気団の形成と活動に関する研究」(研究代表者: 木村龍治) が1992年度から3年計画で実行されている。

この研究計画は、

- (1) 寒気の形成と流出の振る舞いに関する観測的、解析的研究
- (2) 冬期北極圏におけるエアロゾル、凝結核、氷晶核などの観測
- (3) 寒気流中の擾乱の観測および数値実験
- (4) 温帯低気圧の発達の力学および対流圏と成層圏の物質交換

の4つの大きな柱があり、これらの課題はカナダ内陸部と東岸における観測を行なうことを含んでいる。この観測計画のうち項目(1)と(2)はカナダ内陸部での観測を行なう。特に項目(1)では、大陸上における寒気の形成をエネルギー収支の立場から研究を行なうことを目的としている。年次計画として、初年度は予備観測を行ない、

第2・3年度に本観測を行なう。1992年度には、これらの目的で、カナダ内陸部において予備観測及び現地調査を実施した。本観測は1点観測を予定しており、その観測地点の候補としては寒気が形成されと考えられる気候学的に冬季の気温の極小点を選ぶようにした。具体的には、Northwest Territories の Resolute と Cambridge Bay の2点を重点的に現地調査を行なった。ここでは今回行なったこれらの調査の報告を行なう。

Resolute

Resolute は北緯 74 度 42 分、西経 94 度 50 分に位置し、Queen Elizabeth 諸島の一つ Cornwallis 島の南端にある。通常の旅客機の飛んでいるところとしてはカナダ国内では最北端になる。Resolute は北極域への探検の拠点としてしばしば使われるのでよく知られたところである。ここへのアプローチは幾つかあるが、我々は、Edmonton から Northwest Territories の州都 Yellowknife に入り、そこから Cambridge Bay を経由して Resolute に到達した。森林限界が Yellowknife 付近にあり、ここを越えると眼下は大小さまざまな湖が果てしなく広がる風景になる。北に進むにつれて緑色の大地が茶色に変わり、Cambridge Bay を越えるあたりから雪と氷の覆う世界に変わる。

Resolute のある Cornwallis 島は、比較的平坦であるが、低くならかな丘陵があり、構造土がみられる。われわれの現地調査は8月下旬に行われたが、所々に越年積雪のような氷体がみられた。植生はほとんど無く、所々に高山植物のような花が咲いていた。夏期でも気温は数度程度で非常に乾燥している。平均年降水量 130mm でこのうち 53mm が雨で降る。1月の平均最高気温が-28度である。人口は100人程度で Inuit の集落が一つあるほか、政府の機関の建物があるだけである。物価は非常に高い。これはほとんどのものを空輸してくるからであろう。

我々の補助をしてくれたカナダ気象局 (Atmospheric Environmental Service: AES) の建物が空港のそばにある。もっともここではすべての建物が空港のそばにある。Resolute の気象観測は非常に充実していた。定時のゾンデ観測をはじめとして、オゾン観測、日射・放射の観測、地上気象 (風、気温、地温、蒸発量、その他) など、多くの項目が5人のスタッフで観測されていた。観測されたデータはカナダ気象局の中央におくられ、そこで集中管理および解析がなされる。これらの観測は厳冬期においても夏期と同様に続けられるということであった。冬期はブリザードで荒れるときは数メートル先も見えなくなるということであるが、そのような中でも高層気象観測は休まないのだそうである。この他に全国から集められる気象情報の処理など非常に多くの業務をこれだけの人数でこなしているのには驚かされた。

今回の予備観測では、地表面付近の大気がどの程度冬期に冷やされるのかを調べるため、一冬間自動記録できる温度計を設置した。気象局の高層気象観測所が空港から数 km 離れたところにある。その近くの広場に 5m の鉄塔を立て、その鉄塔の 2 高度に温度と 2 高度間の温度差を観測する温度計と記録装置を設置した。観測結果は翌年の夏に回収される予定である。鉄塔を立てるために地面を掘るのであるが、数 10cm も掘ると永久凍土層に突き当たり、そこからは非常に掘るのが大変であった。この他に北極圏大気のエアロゾルのサンプリングを行った。

Resolute は充実した定常観測、高緯度の割にアプローチのしやすさ、居住性の良いホテルなどの条件は極気団の観測にはたいへん好ましいところである。しかしながら、その物価の高さが長期に渡る観測を不可能にしている。またこの緯度では極夜は完全に暗黒になる。白熊が頻出するということも、観測の障害になるであろう。これらのことは Resolute での冬期の観測が容易でないことを示している。

Cambridge Bay

Cambridge Bay は北緯 69 度 7 分、西経 105 度 3 分に位置し、Victoria 島の南海岸にある。今回の予備観測では飛行機のスケジュールの都合で、我々は一度 Yellowknife にもどり、そこから Coppermine を経由して Cambridge Bay に到着した。Coppermine を経由したため時間がかかったが、Yellowknife から Cambridge Bay までは飛行機で 1 時間半程度の距離である。

Cambridge Bay 周辺の地形は緩やかな起伏はあるが、ほとんど平坦である。植生は Resolute に比べて多く、そのほとんどが下草であった。平均年降水量は 136mm で、このうち 68mm が雨で降る。我々が滞在したときは Resolute に比べて暖かいように思えたが、1 月の月平均最高気温が²30 度と、Resolute よりむしろ低いくらいである。人口は 1000 人程度で、Resolute に比べて 1 桁大きい。街も大きく、病院、学校、郵便局など公共施設は充実している。またここでは極夜でも昼間には地平線付近がわずかに明るくなるということであった。

気象台は空港にあり、ほとんどの業務はそこで行われる。Resolute のような観測とデータ収集はなされていなかった。Cambridge Bay の高層気象観測所はその建物が、街から離れたところにあり、そこに行くには車が必要であった。

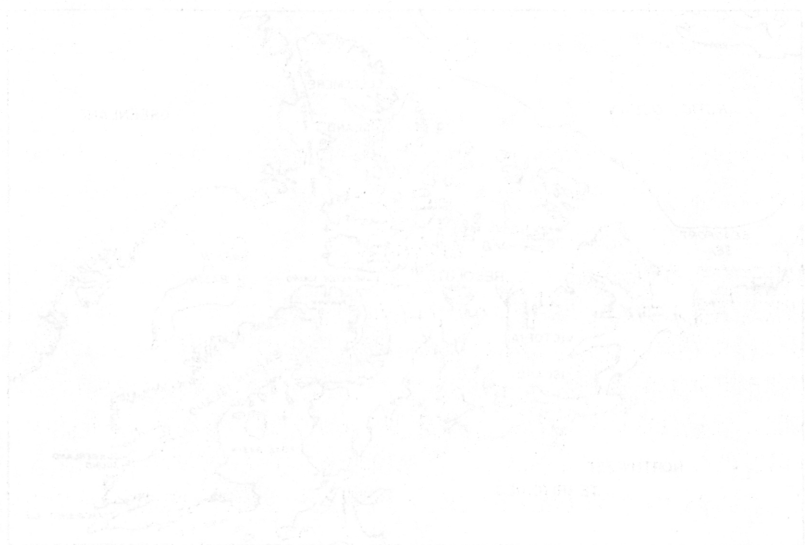
Cambridge Bay での予備観測は、Resolute と同様に、地表面付近の気温を二つの高度で観測し、これら 2 つの高度での気温の差を一冬間通して観測するものである。温度計と記録装置は高層気象観測所の建物の裏にある 5m の鉄塔に設置した。この観測結果も翌年の夏に回収される。この他に Resolute で行ったのと同様に北極圏大気のエアロゾルのサンプリングを行った。

今回の調査は 1993/94 年の冬に予定している本観測の現地調査でもある。寒気の形成において地表面と大気の間で、どのような形で熱の交換がなされているのかを観測することが大きな観測項目の一つである。熱フラックスを測定する方法の一つに鉄塔を用いた観測が考えられるが、Cambridge Bay にはそれに適切な鉄塔があることが現地調査で分かった。それは 200m の無線のアンテナで、調査時には使用されていないものであった。この塔に何点かの気温と風の測器をとりつけて熱フラックスの観測が可能であると考えられる。ただし 200m というのは非常に高いもので、通常の人間には登れない。これには専門職の人が必要であるという問題点がある。

これ以外にも Cambridge Bay は、生活環境やアプローチのしやすさで、Resolute よりも良く、1993/94 年の本観測における観測点として有力な候補地であると考えられる。

おわりに

日加共同研究の一つである冬期大陸上における寒気形成の観測のために行なった予備観測および現地調査の報告をした。この観測ではできるだけ寒気の形成される中心で観測をすることが重要で、そこはおそらくほとんど風の無い状態であろうと考えていた。しかしながら気候値などを調べていくと、気候値として寒気を中心のように思われる Resolute と Cambridge Bay の2地点においてもかなり風の強いことが分かってきた。また観測点の候補地に実際に行ってみて、その気候風土、地形、街の様子、ロジスティックス、定常観測などの多くの情報が得られた。またこの他に、現地の人々に直接接することができて、多くのことが得られたと思われる。これらの寒冷地における厳冬期の観測は、非常に大変でまた危険でもある。しかしながら、今回の現地調査から、これらの地点のどちらかで本観測が十分行なえることが分かった。この予備調査を生かし次の本観測においては、十分な観測ができるように今後準備をしていく予定である。



End Products of Photosynthesis by Ice Algae in Resolute Bay, Canadian Arctic

Satoru Taguchi⁽¹⁾ and Ralph Smith⁽²⁾

Hokkaido National Fisheries Research Institute, Kushiro,
Japan⁽¹⁾

Tel: 0154-91-9136 FAX: 0154-91-9355

University of Waterloo, Waterloo, Canada⁽²⁾

Tel: 519-885-1211 FAX: 519-746-0614

Protein synthesis of algae is directly related to their growth (DiTullio and Laws 1986). Determination of ^{14}C incorporation into protein fraction through photosynthesis is crude but rapid and convenient to study the protein synthesis of algae (Morris et al. 1974). Nutrient limitation causes low protein synthesis and subsequently high production of storage products such as polysaccharide and lipids (Shifrin and Chisholm 1981, Taguchi et al. 1987). Determination of photosynthate allocation will accommodate to study physiological change or response to nutrients.

Water at a station located on land-fast ice in Barrow Strait, North West Territory, Canada ($74^{\circ}41.19'\text{N}$, $95^{\circ}15.59'\text{W}$) about 10 km south of Cornwallis Island (Fig. 1) was sampled just below the bottom of ice using a pump and transferred to a dark

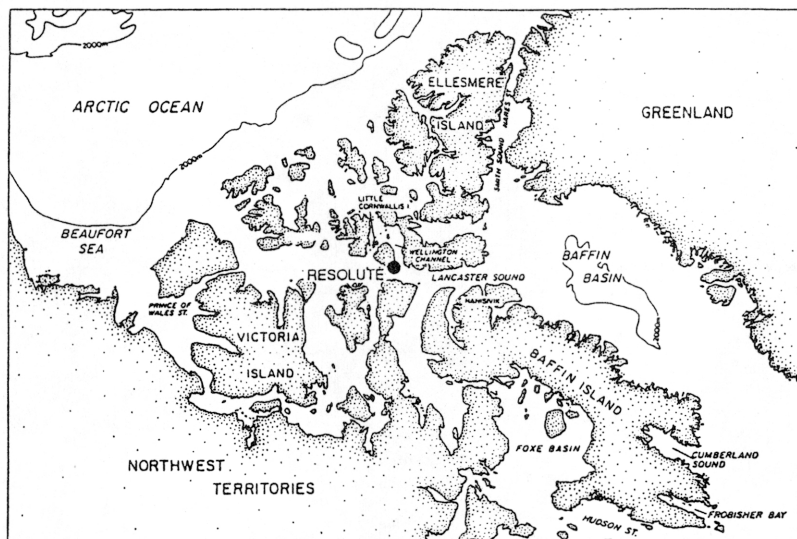


Figure 1. Map of sampling location on the ice site in Barrow Strait, North West Territory, Canada.

bottle, and filtered immediately through Nuclepore filter (0.2 μm pore size). The first-year ice was sampled with a specially designed ice collector and the loosely consolidated ice crystals from the bottom layer were carefully scraped into the filtered seawater and allowed to slowly melt in the dark bottle. The resulting suspension was about 10% melted ice and 90% seawater with a salinity of about 30 ppt (Smith et al. 1987). Subsamples were taken from the slurry for chlorophyll pigments, particulate organic carbon and nitrogen, and dissolved ammonium, nitrate, nitrite, phosphate, and silicate. Ammonium analyses were made fresh samples within 12 hr of collection by the method of Solorzano (1969). All other nutrients were analyzed on frozen samples by the method of Strickland and Parsons (1972). Subsamples were taken for the measurement of photosynthesis by the algal communities in the dilute suspensions with ^{14}C -labeled sodium bicarbonate. Incubations were carried out in acid-clean plastic bottles for 2 h and 24 h in blue-filtered, artificial light incubation maintained at ambient temperature (-1.7°C) and at an irradiance level of $00\text{ uE m}^{-2}\text{ s}^{-1}$. A series of amounts of ammonia (0.1, 0.2, 0.5, 1, 5, 10, 25, 50, 100, and 200 μM) was added to the first series of incubation bottle. A series of amounts of nitrate (0.125, 0.25, 0.5, 1, 5, 10, 25, 50, 100, and 200 μM) was added to the second series of incubation bottles. A series of amount of silicate (1, 5, 10, 25, and 50 μM) was added to the third series of incubation bottles with 50 μM of ammonia. A series of amounts of silicate (1, 5, 10, 25, and 50 μM) was added to the forth series of incubation bottles with 50 μM of nitrate. Incubations were terminated by gentle vacuum filtration ($<10\text{ mm Hg}$) of the particulate onto prescreened GF/F glass fiber filters. End products of photosynthesis were determined by the method described by Smith et al. (1987).

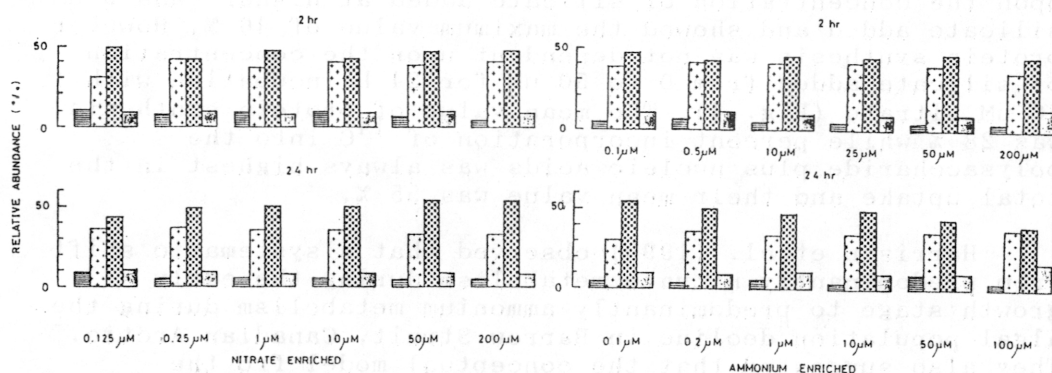


Figure 2. Relative abundance of end products of photosynthesis by ice algae incubated for 2 hr and 24 hr in relation to different concentrations of nitrate (left) and ammonium (right) enriched.

The time periods over which this study were conducted encompassed the declining chlorophyll biomass phase of the annual ice-algal growth cycle. Excess ammonium more than 50 μM inhibited the protein synthesis, which was the most dominant fraction in the end products incubated for 24 h (Fig. 2). The minimum value was 40 % at 100 μM ammonium added. This corresponded 73% of the maximum value (55 %) found at 0.1 μM ammonium added. No inhibition was detected up to 200 μM nitrate added (Fig. 2). The maximum value was 53 % at higher than 50 μM nitrate added. Percent incorporation of ^{14}C into protein fraction increased with concentrations of silicate added for 24 h incubation with 50 μM ammonium (Fig. 3). Protein synthesis was not dependent

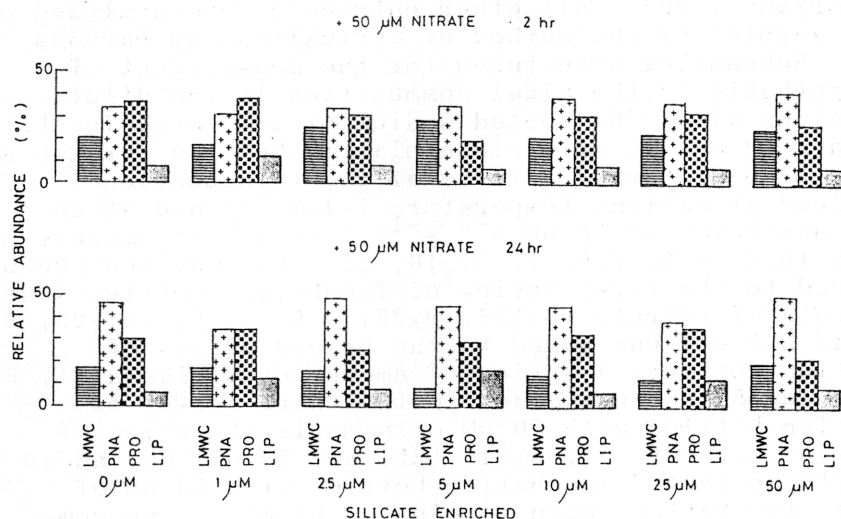


Figure 3. Relative abundance of end products of photosynthesis by ice algae incubated for 2 hr and 24 hr with 50 μM nitrate enriched in relation to different concentrations of silicated enriched.

upon the concentration of silicate added at higher than 5 μM silicate added and showed the maximum value of 46 %. However protein synthesis was not dependent upon the concentration of silicate added from 0 to 50 μM for 24 h incubation with 50 μM nitrate (Fig. 4). The mean value of protein synthesis was 28 % while percent incorporation of ^{14}C into the polysaccharide plus nucleic acids was always highest in the total uptake and their mean value was 55 %.

Harrison et al. (1990) observed that a systematic shift from predominantly nitrate metabolism during the early growth stage to predominantly ammonium metabolism during the algal population decline in Barrow Strait, Canadian Arctic. They also suggested that the conceptual model from the cycling of nitrogen in the pelagic ocean and its relation to primary production held also for the sea-ice bottom communities.

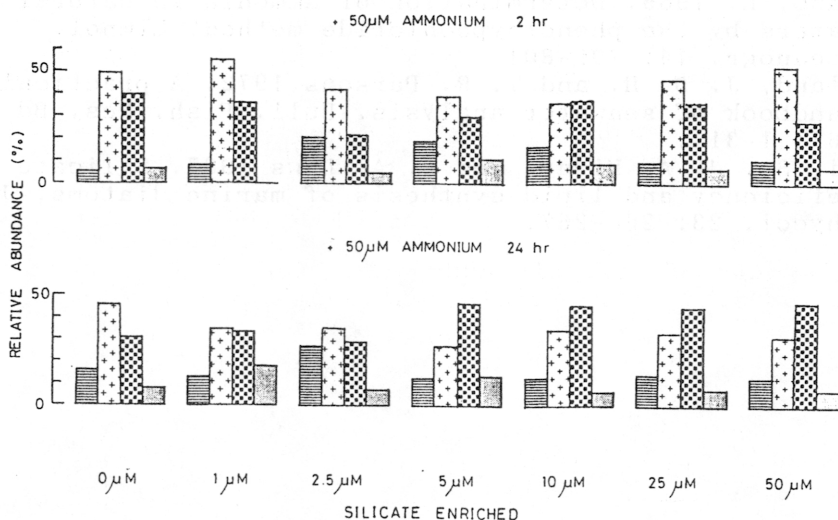


Figure 4. Relative abundance of end products of photosynthesis by ice algae incubated for 2 hr and 24 hr with 50 μ M ammonium enriched in relation to different concentrations of silicate.

ACKNOWLEDGMENTS The authors appreciated financial support from the Federal Department of Fisheries and Ocean in Canada and the Ministry of Education in Japan, and logistical support from the Polar Continental Shelf Project in Canada. M. Gosselin and M. Levasseur coordinated a filed sampling and sample analysis.

References

- DiTullio, G. and E. A. Laws 1986. Diel periodicity of nitrogen and carbon assimilation in five species of marine phytoplankton: accuracy of methodology for predicting N assimilation rates and N/C composition ratios. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 32: 123-132.
- Harrison, W. G., G. F. Cota and R. E. H. Smith 1990. Nitrogen utilization in ice algal communities of Barrow Strait, Northwest Territories, Canada. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 67: 275-283.
- Morris, I., H. E. Glover and C. S. Yentsch 1974. Products of photosynthesis by marine phytoplankton: the effect of environmental factors on the relative rates of protein synthesis. *Mar. Biol.* 27: 1-9.
- Shifrin, N. S. and S. W. Chisholm 1981. Phytoplankton lipids: interspecific differences and effects of nitrate, silicate and light-dark cycles. *J. Phycol.* 17: 374-384.
- Smith, R. E. H., P. Clement, G. F. Cota and W. K. W. Li 1987. Intercellular photosynthate allocation and the control of Arctic marine ice algal production. *J.*

- Phycol. 23: 124-132.
- Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenylhypochloride method. Limnol. Oceanogr. 14: 799-801.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Bd Can. 167: 1-311.
- Taguchi, S., J. A. Hirata and E. A. Laws 1987. Silicate deficiency and lipid synthesis of marine diatoms. J. Phycol. 23: 260-267.

THE RELATIONSHIP BETWEEN VERTICAL MIGRATION AND FEEDING RHYTHM OF *Pseudocalanus* SPP. UNDER THE ICE AT SAROMA LAKE

Hiroaki Saito¹ and Hiroshi Hattori²

Hokkaido National Fisheries Research Institute, Katsurakoi 116, Kushiro 085, Japan¹

Tel: 0154-91-9136 Fax: 0154-91-9355

Hokkaido Tokai University, Minami-ku, Sapporo 005, Japan²

Tel: 011-571-5111 Fax: 011-571-7879

Under sea-ice, copepod feeding on algal community is one of the most important processes of food web dynamics as in the area without ice coverage. Ingestion rate of copepods is influenced by food supply and environmental conditions. Such biological and physical conditions are different with depth and time of day. Moreover, copepods often show diel vertical migration. Gauld (1953) hypothesized that nocturnal feeding was the result of the copepods' location within the layer with higher food concentration at night than during the day and nocturnal grazers must be nocturnal vertical migrators in a vertically stratified food environments. In the present study we investigated the validity of Gauld's hypothesis with *Pseudocalanus* spp..

Diel vertical migration and diel feeding rhythm of copepods were investigated during February 25 to 26, 1992, at the eastern part of Lake Saroma, in which a water depth was 10 m with a 30-cm sea-ice. Copepods were collected 7 times a day at 0, 1, 3, 6, and 9 m layer from the under-surface of sea-ice by the NIPR-net (Fukuchi, *et al.*, 1979). Collected samples were employed for enumeration and analysis of gut pigment content of copepods. Pigment ingestion rate of individual copepod was calculated from:

$$I = k \times G \quad (1)$$

where I = pigment ingestion rate; k = gut clearance rate; G = gut pigment contents. Copepods were collected to determine the gut clearance rate by a vertical tow of a plankton net from 9 m deep from the under-surface of sea-ice to the surface in the day and night, respectively. Experimental copepods were immediately rinsed with filtered sea water through glass fiber filter type GF/F and put into a 10 liter bottle filled with the filtered sea water. To determine the decrease of gut pigment contents of copepods, subsample was collected every 5 minutes over a 20 or 25 minutes for gut pigment analysis. Obtained data of gut pigment contents were regressed to the equation for calculation of gut clearance rate (k):

$$G_t = G_0 \times e^{-kt} \quad (2)$$

where t = time; G_0 = gut pigment content at the beginning of the experiment.

During the present study *Pseudocalanus* spp. were abundant accounting for 81.4% on the total number of

zooplankton. Adult females of *Pseudocalanus* spp. occupied 52.7% of total *Pseudocalanus* spp. Females of *Pseudocalanus* spp. were further distinguished into a small ($< 0.9\text{mm}$) and large form ($\geq 0.9\text{mm}$) by the prosome length. The small form was the most abundant at near-bottom layer (i.e. 9m) and scarce in the shallower layer than 3 m during a day time (Fig. 1). The food concentrations in the former and latter depth were less than $4 \mu\text{g}$ chlorophyll a l^{-1} and higher than $4 \mu\text{g}$ chlorophyll a l^{-1} , respectively. After the sunset, the small form showed upward migration and the highest density was observed at 0 m layer. At the mid-night, most of them left shallower layer than 3 m, and distributed densely at 6 m layer. More than 2 hour earlier the sunrise, most of them migrated to near bottom layer again. Such a pattern of diel vertical migration was also observed for the large form and older copepodid stages (IV, V). In night time ingestion rate of the small (Fig. 2) and large forms throughout a water column were obviously higher than those in the day time. Ingestion rate, however, at a half hour after the sunset was comparable to those in the day time at 0 m layer. Ingestion rate at the layer just below the sea-ice was higher than one in deeper layer than 3 m during the night.

A couple of inconsistencies with the hypothesis of Gauld (1953) were observed in the present study. Firstly, copepods migrated to the food abundant layer just below the sea-ice after sunset, then copepods increased ingestion rate. During a duration between 23 pm and 5 am, most copepods descended to deeper layer than 3 m, in which the food concentration was 1 to 2 order lower than the layer just below the sea-ice. However, copepod ingestion rate was still higher than in the day time. This enhanced ingestion rate in the scarce food environment in the second half of night seemed to violate the Gauld's hypothesis. Secondly, copepods which stayed near bottom layer during night also increased ingestion rate although the food concentration was low. This phenomenon also violated the Gauld's hypothesis. Higher ingestion rate in night time than in the day time regardless the vertical distribution of copepods was independent on food concentration. The diel feeding rhythm and diel vertical migration of *Pseudocalanus* spp. were independent behaviors each other in the ice-covered Lake Saroma.

REFERENCES

- Fukuchi, M., A. Tanimura, and T. Hoshiai 1979. "NIPR-I", a new plankton sampler under sea ice. Bull. Plankton Soc. Japan, 26: 104-109.
- Gauld, D.T. 1953. Diurnal variation in the grazing of planktonic copepods. J. mar. biol. Ass. U.K., 31: 461-474.

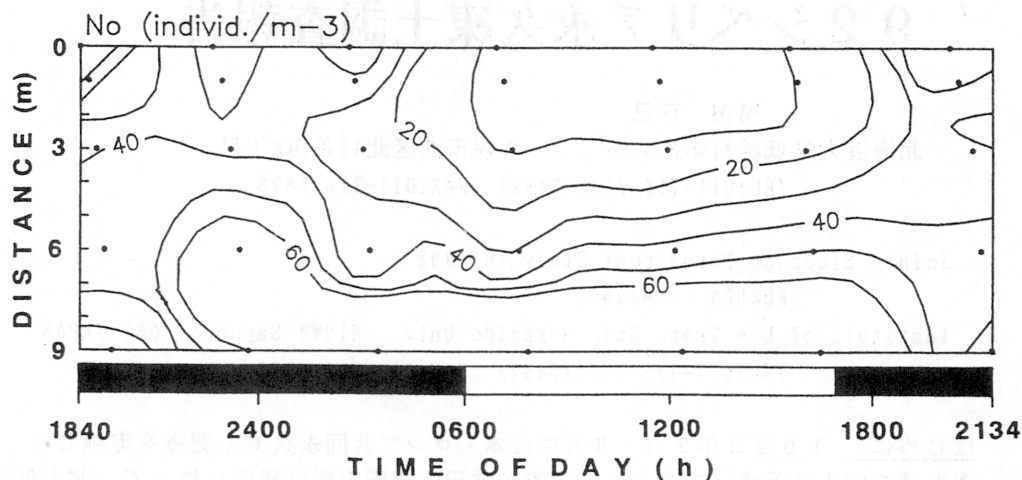


Fig. 1. Vertical distribution of adult females of *Pseudocalanus* spp. small form. Asterisks indicate sampling time and distance from under surface of sea-ice. The thickness of sea-ice was 30 cm. Open and shaded bars indicate day and night, respectively.

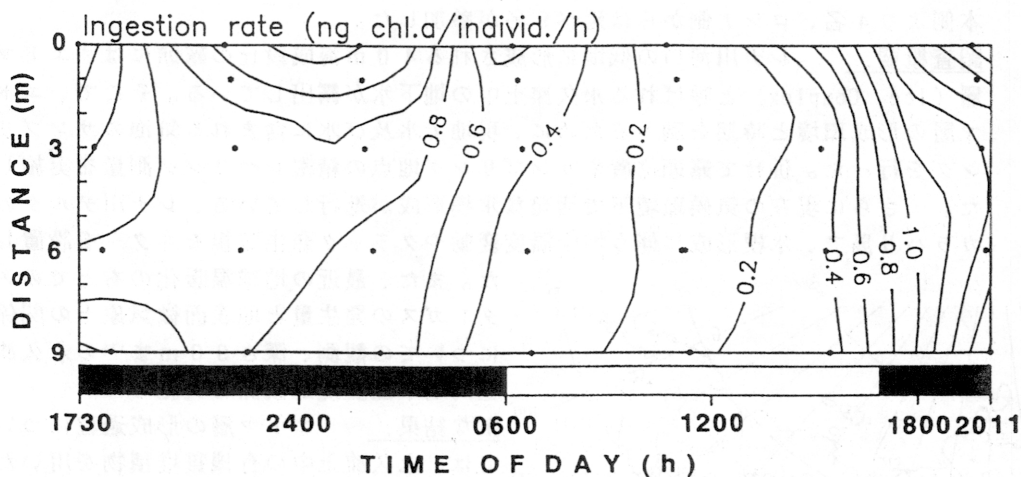


Fig. 2. Ingestion rate (ng chlorophyll *a* individ.⁻¹ h⁻¹) of adult females of *Pseudocalanus* spp. small form. Asterisks indicate sampling time and distance from under-surface of sea-ice. The thickness of sea-ice was 30 cm. Open and closed bars indicate day and night, respectively.

’ 9 2 シベリア永久凍土調査報告

福田 正己

北海道大学低温科学研究所

札幌市北区北19条西8丁目

TEL:011-716-2111(5492) FAX:011-716-5698

Joint Siberian Permafrost Study in 1992

FUKUDA Masami

Institute of Low Temp. Sci. Hokkaido Univ. N19W8 Sapporo 060 JAPAN

TEL:011-716-2111(5492) FAX:011-716-5698

はじめに. 1992年7月-8月に日本・ロシア共同永久凍土調査を実施した。調査地域を図1に示す。本調査は文部省科学研究費国際学術研究に依って、北大低温研とロシア科学アカデミー永久凍土研究所、生物研究所（ヤクーツク）との共同で実施した。主な調査の目的は、最終氷期以降の長期的な地球規模の気候変動と、最近の地球温暖化が、永久凍土にどのような影響を与えるかにあった。そこで、調査地域として、連続的永久凍土分布地域である、レナ川河口デルタ地域と比較のためのエニセイ川河口地域、及び天山山脈の山岳永久凍土地域である。調査には日本側より4名、ロシア側からは延べ9名が参加した。

調査概要. レナ川河口の低地に形成される40m海成段丘の露頭には、エドマ層（Ice Complex）と呼ばれる永久凍土中の地下水が露出している。そこで、エドマ層の形成環境と時期を調べるために、現地で氷及び氷に含まれる気泡のサンプリングを行った。併せて露頭位置やサンプリング地点の精密レベルング測量を実施した。さらに現在の気候環境下で活発な氷楔形成が進行している、レナ川デルタのカラハリ島で、氷楔形成に伴う地中温度変動やクラック発生監視モニターを設置した。

また、最近の地球温暖化のもとでのメタンガスの発生量と地表面微気象との関係についての観測、深さ30mまでの永久凍土内地中温度変動観測を実施した。

主な結果. エドマ層の形成過程については、永久凍土中の有機質堆積物を用いた¹⁴C年代測定から、3.5万年-2.3万年の間の活発な同時発生的な氷楔によることが分かった。また、1.4万年以降にエドマ層の気泡には、現在の大気組成の数1000倍の高濃度のメタンガスが含まれることが明らかになった。こうした温室効果ガスの起源としてのエドマ層の融解が、どの程度寄与するかについて、現在見積りのための解析を行っている。

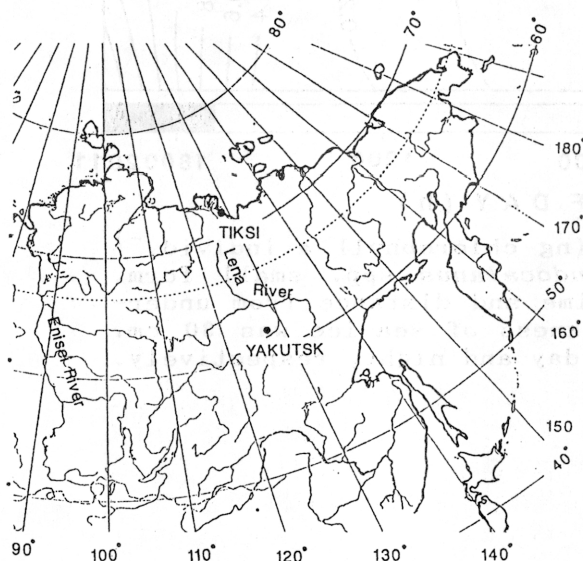


図1 調査地域図

イヌイットの伝統的生業に関する民族考古学調査
—カナダ極北圏、ペリーベイにおける1992年の学術調査—

熊崎 保

早稲田大学文学部考古学研究室、東京都新宿区戸山 1-24-1
電話：03-3203-4141 内線 3120, 3111 Fax：内線 72-4334

Ethnoarchaeological research about traditional subsistence of Inuit

—Academic research at Pelly Bay, Canada in 1992—

Tamotsu KUMAZAKI

Department of Archaeology, Waseda University

1-24-1 Toyama Shinjuku, Tokyo 162, Japan

Tel.: 03-3203-4141 ex.3120 or 3111 Fax: ex.72-4334

はじめに

ここに紹介する研究成果は、カナダ中部極北圏ペリーベイ周辺で「ペリーベイ学術調査隊」（代表；目白学園女子短期大学教授、スチュアート ヘンリ）が1992年に行なった第6次調査に基づく。本調査隊は、1975年以来、この地域で継続的に、民族学（文化人類学）・民族考古学・社会人類学に関する調査を行なっている。

本稿では、1992年の夏に行なった学術調査のうち、民族考古学調査の部分の概要を示す。本年の民族考古学調査については大村敬一と高柴修一の協力を得た。また、Martha Kutsiutikku, Simon Inuksaq, Josie Angutingurniq など、Pelly Bay 村の古老にはインフォーマント（聞き取り調査の対象者）として貴重な情報をいただいた。また、この調査は、文部省の平成4年度科学研究費補助金の補助を受けた（註1）。

1. 民族考古学調査の目的と定義

民族考古学調査とは、考古学者自身が考古学上の問題を解決するために、物質文化に主眼を置いて行なう民族調査（民族誌作成）である。

考古学は、遺物・遺構等の人間の行動の痕跡（物質的情報）から、過去の人間の行動を復原する。考古学的情報には、形状・材質・使用痕といった遺物・遺構自体の特徴と、出土地点の地理的環境や他の遺構・遺物との共伴関係・空間的分布状況といった周辺の状況がある。ただし、考古学的情報のみから過去の人間行動を具体的に復原することは困難な場合が多い。実際には、「この様な考古学的情報は、この様な人間行動の結果と考えられる」という推定の過程がある。考古学的資料はそれを経て考古学的結論に至る。この推定の過程の中でも、結論の候補（仮説）をいくつかあげる「前半の過程」と、それをある程度限定する「後半の過程」がある。

「前半の過程」では、考古学的情報から考えられ得る様々な人間行動が、仮説として列挙される。これは主に、遺物・遺構の形状・材質の持つ潜在的な機能を出発点とする。そして「後半の過程」では、考古学的情報の全体を検討し、一部の情報と矛盾する仮説が排除される。ここでは自然環境や使用痕、遺物の共伴関係などが重要な鍵を握る。但し、あくまで「この種の行動はありえない」という限定であって、「この特定の行動しか考えられない」という決定が出来ることは希である。

民族考古学調査が関わりを持つのは、この「前半の過程」である。この過程では、考

古学者の頭の中にある、「行動と物質の因果関係」が基準となる。つまり、「こんな形の道具ならばこんなことが出来るし、あんなことにも便利であろう」、または「このような遺物・遺構の配置は、こういった行動の結果であろう」という常識的な思考である。そして、物質的な状況から可能と考えられる行動のうちでも、常識的にありそうでないことは、意識的または無意識的に排除される。考古学者の常識の中に存在しない行動パターンは、初めから仮説にあげられない。考古学者の多くは、工業化社会で生まれ育った人々であり、その常識の幅の中には、例えば狩猟採集民の常識的な行動パターンは入っていない。あるいは、入っていたとしても、民族誌の中の一部の民族事例や、雑多な情報から聞きかじったものであることが多く、必ずしも体系的な知識が備わっているとは限らない。

このため、遺物・遺構の機能や生業活動の技術の復原など、主に物質文化に関わる考古学上の問題を解明する際に、類似した技術を持った現在の民族（あるいは民族誌上に記録された過去の民族）の実際の行動（道具の使用など）が参考になることがある。しかし、考古学的な問題意識を持たない民族学者の観察や記録は、技術的な部分では必ずしも十分なものであるとは限らない。例えば、ある施設（遺構）の使用ををめぐめる観察・記述の場合、考古学者が欲しい情報とは、施設の正確な形状（大きさや細部が正確に解る実測図）、位置関係（立地や他の施設との空間的關係）、活動の目的（物質的に何が要求され、技術上の結果として何が得られるか）、使われる道具（正確な形状、操作法、管理・遺棄の状況）などの物質的に詳細な情報なのである。

この様な必要性から、考古学者自身が現在の狩猟採集民などの生業活動を観察し、聞き取りを行なって、資料を作成する。これを民族考古学調査と呼ぶ。民族考古学調査とは、考古学的な結論を決定するものと言うよりは、考古学上の仮説を提出する際に考古学者の「常識」の幅を広げるためのものである（熊崎、1991）。

2. ペリーベイにおける民族考古学調査の方法

ペリーベイは、カナダ中部極北圏にあるイヌイットの居住地域で、カナダ北西準州に属し、およそ北緯69度、東経90度に位置する。狭義には定住村落の Pelly Bayを指し、広義には Pelly Bay 居住民の主要な活動域であるペリー湾を指す。

この地域の住民は、民族学者の分類では Netsilik Inuit と呼ばれるグループに属する。彼らは伝統的には、カリブーとアザラシの狩猟、北極イワナ漁を中心とした狩猟採集活動を行ない、季節ごとの生業活動に応じて周期的な移動活動を営んでいた。この地域のイヌイットと欧米人との接触は、19世紀にごく単発的にあっただけで、頻繁になったのは20世紀に入ってからである。少なくとも20世紀には石器は石ランプを除いてはほぼ完全に消滅し、1930年代には狩猟具は完全に銃となる。そして、1960年代以降は、他のイヌイット居住域と同様にカナダ政府の政策によって強制的に定住生活に移行させられたため、伝統的な狩猟採集生活は大きく変容してしまった。しかし、現在70才前後、もしくはそれ以上の年齢の老人達は、銃の本格的導入以前の槍や弓矢による伝統的な狩猟採集生活を覚えている。石ランプ以外の石器に関する知識はほとんど失われているが、槍や弓矢を用いた狩猟にともなう石組施設を初めとして、現在では用いられなくなったり、忘れさられようとしている各種の石組施設の機能・構造・名称などが、具体的な場所や年代の記憶とともに古老達の頭脳の中に残っている。

本調査隊による民族考古学調査は、伝統時代（註2）の狩猟採集生活の技術的側面について、特に施設・道具の機能に焦点を当てて行なわれている。具体的な手順は下記の通りである。

1. 遺跡の所在に関する情報収集（遺跡踏査前の聞き取り）

2. 遺跡の踏査（遺構群の確認と概略図の作成）
3. 遺構の機能についての情報収集（遺跡踏査後の聞き取り）
4. 遺構の実測図の作成（測量）

まず、村で古老をインフォーマントとして聞き取りを行う。伝統時代における生業活動の基本的なパターンを聞き、具体的な活動の種類や、正確な地点を聞く。季節は出来るだけ月単位で記録し、語られた活動パターンがどれくらい昔のものかを確認する。遺跡の場所は、地図上の正確な地点を示してもらう。もちろん、個々の情報はそれぞれ特定のインフォーマントとその家族のものであるため、個々のインフォーマントの居住地の年代的推移を確認し、遺跡に関する情報はインフォーマントごとに区別する。

次に、現在の定住村から離れた場所に点在する遺跡に行き、遺構の所在の確認（踏査）を行なう。インフォーマント自身は高齢であるため、その息子などにガイドを依頼する。インタビューの際に地図上で確認した遺跡に赴いて、遺構を確認する。遺構の種類と分布の概略を記録し、写真（ポラロイドを含む）を撮影する。

村に帰り、再び同じインフォーマントから聞き取りを行う。ポラロイド写真や遺跡の概略図を見せ、事前の聞き取りで示された遺跡であるかどうかを確認する。遺構のポラロイド写真や模式図などを示し、遺構の機能や分類・名称に関する情報を得る。

踏査した遺跡のうちで情報の良好なものについては、再び現地に行って遺構の正確な実測図を作成する。情報の良好なものとは、インフォーマント自身が実際に使用したか、あるいは使用の状況の詳細に見聞している遺跡であると確認されたものである。ただし、実際には、測量作業は聞き取りや踏査の翌年となる。多くの調査機材を携えて船で遺跡に移動することが出来るのは、海の氷が融ける夏期の3週間程度であり、一夏の調査の間に村と遺跡を二回往復することが困難なためである。

3. 民族考古学調査で得られた情報（ペリーベイにおける伝統時代の石組施設）

本調査隊による民族考古学調査の中心的な対象となったものは各種の石組施設（遺構）である。これまでの調査で対象となった石組施設は、狩猟・漁撈用施設、食料・器具の貯蔵施設、居住・生活施設の三種類に大別できる。先に示した手順による民族考古学調査で得られた構造・機能に関する情報を付して、以下に示す（註3）。

1: 狩猟・漁撈用施設の主なもの

1-A. カリブーの進路を限定する施設（イヌクシュックの一部）

；人の背丈ほどの石積み。カリブーは人間と間違えてこれを避ける。

1-B. カリブーを誘い込む施設（カリブーフェンスなど）

；門のある石の壁や囲い。カリブーの進路を直接妨害して、誘い込む。

1-C. カリブーの待ち伏せ用施設（ハンター・ブラインド）

；人間の姿を隠す壁や囲い。ここに隠れて弓矢や槍でカリブーを捕獲する。

1-D. 梁や石干見

；石垣で築いた堰堤状の施設。魚を閉じこめて捕獲する（スチュアート, 1993）。

2: 食料・器具の貯蔵施設の主なもの

2-A. 衣服や器具の貯蔵庫

；蓋のできる石組みの貯蔵空間。冬用の重い衣服などを夏期に保管する。

2-B. 魚（北極イワナ）の貯蔵庫

；石積み状のもの。生魚・干し魚・骨など中身によって構造・名称が異なる。

2-C. カリブーの貯蔵庫

；石積み状のもの。生肉用と干し肉用で構造・名称が異なる。

2-D. アザラシの貯蔵庫

；石積み状のもの。肉用と脂用で構造と名称が異なる。

3: 居住・生活用施設の主なもの

3-A. テントリング

；皮製のテントの裾や張り網をおさえた環状の石列。時期や状況によって規模や構造・名称が異なる。

3-B. 仮泊用の小屋（の壁）

；石組の壁囲い。屋根の部分だけに皮を張って、仮泊するための施設。

3-C. 屋外炉

；特に板石を台状に組んだ炉。熱した石板の上で肉や魚を焼いた。

以上のような施設のうち、1-A～1-Cの様なカリブー猟にともなう施設は、銃の普及後は全く使用されなくなっており、これを用いた狩猟法を知っているのは年輩の老人だけである。1-Dの様な梁や石干見を用いた漁撈法も、網の導入によってすたれ、最近ではほとんど行なわれなくなってきた。また、2-A～2-Dの様な貯蔵施設は、木造住宅への定住と動力機の導入による輸送力増大により、重要性が薄くなってきている。そのため、中身の違いによる構造や名称の細かい区別を正確に知っているのは、やはり老人だけである。そして、3-Aのテントリングは、時期による変遷が顕著であり、また同じ時期でも規模や状況によって構造のバリエーションがある。残された石列からテントの構造や時期の違いを知るためには、使用経験を持つ古老からの情報が不可欠である。

4. 民族考古学調査による情報の有効性

先に述べたような、遺跡の機能に関する情報の多くは、民族考古学調査によってしか得られない。例えば、各種のカリブー狩猟施設の機能や狩猟システムは、古老の証言無しには正確に再構築できない（スチュアート、1990）。また各種の貯蔵庫の形態の違いと貯蔵される中身の違いの対応関係の把握も、形態の観察だけでは不可能である。動物を槍や弓矢でとる場合に、どのような狩猟システムの中でどのような構造の施設が必要になるか、あるいは食料の種類や状態の違いによってどのような構造の貯蔵庫が必要とされるか、この様な対応関係に関する知識は民族考古学調査などによって初めて考古学者の思考過程の中に存在できるのである。

《註》

註1；研究課題名；伝統イヌイット（エスキモー）文化の生業活動に関する民族考古学的な研究、研究代表者；スチュアート・ヘンリ、課題番号；04041099

註2；ここでいうペリーベイの伝統時代とは、広義には1960年代の定住化以前の時代であり、狭義には1930年代の銃の本格的導入以前を指す。ここでは広義の伝統時代を対象にしているが、狭義の伝統時代に、より強い関心が払われている。

註3；ここに記した情報は、1992年以前の調査で集積された情報を含んだものである。

また、動物の誘い込み罠など、構造・機能等を検討中のものは割愛した。

《引用文献》

スチュアート ヘンリ

1990 「伝統ネツリック・イヌイットのイヌクッシュクによるカリブー猟」『民族学研究』55-1, pp.75～86 日本民族学会

1993 「極北地帯の石干見」『史観』28, pp.64～79 早稲田大学史学会

熊崎 保

1991 「石器の用途推定と民族事例」『早稲田大学大学院文学研究科紀要』別冊第17集 哲学・史学編 pp.301～311 早稲田大学大学院文学研究科

自動濃縮／キャピラリーGC／MSを用いた北極域（アラート）の 大気中微量有機物質の連続測定

横内陽子

国立環境研究所地球環境研究グループ、茨城県つくば市小野川16-2

電話：0298-51-6111、FAX：0298-51-4732

Consecutive measurements of trace organic compounds in the Arctic (Alert) air
with an automated capillary GC/MS.

Y.Yokouchi

National Institute for Environmental Studies, 16-2, Onogawa, Tsukuba, Ibaraki (305), Japan

TEL:0298-51-6111, FAX:0298-51-4732

はじめに

カナダ・アラート（北緯 $82^{\circ}30'$ ）やアラスカ・ポイントバーロー（北緯 $71^{\circ}19'$ ）では北極の日の出後の3-4月に地表オゾン濃度の急激な減少が毎年観測されている。北極海上に停滞する安定気団内で起きる何らかの光化学的反応がオゾン破壊をもたらしていると考えられている。本研究では、北極域大気中のガス状有機物質の動態に着目し、春季オゾン減少時における有機臭素化合物、有機塩素化合物、炭化水素類の測定を行なった。測定はPolar Sunrise Experiment 1992（カナダ・Atmospheric Environment Serviceを中心とした北極大気観測プロジェクト）の一環として、アラートの観測点にキャピラリーガスクロマトグラフ／質量分析計（GC／MS）を設置して行なった。

測定

観測ステーションの屋上から大量に引き込んだ外気の一部を図1のシステムに導入して測定を行なった。大気750mlをトラップに捕集後、その加熱脱着成分をキャピラリーGC／MS（Selected Ion Monitoring法）によって分析し、プロモホルム（ CHBr_3 ）、トリクロロエチレン（ C_2HCl_3 ）、ジメチルスルフィド（ CH_3SCH_3 ）、イベ

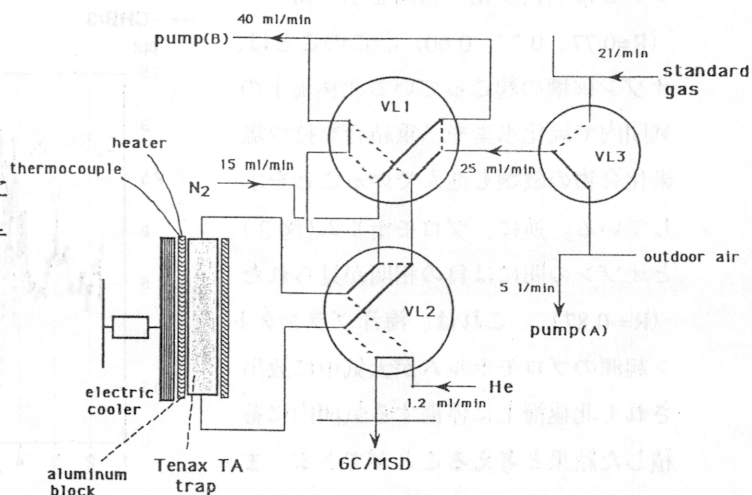


図1.自動濃縮／キャピラリーGC／MSシステム

ンタン (C₅H₁₂)、ヨウ化メチル等 15 種の化合物の測定を行なった。操作はすべて自動で、1 時間毎に連続測定を行い、5 回に 1 回は定量のための標準ガスを分析した。本分析における各化合物の検出限界は 0.2 - 0.4 ppt であった。

GC/MS 測定は 1992 年 1 月 22 日～29 日 (日の出前) と 4 月 1 日～14 日 (日の出後) に実施した。ここでは、オゾン減少が観測された日の出後のデータのみについて報告する。

結果

日の出後の測定期間中に 258 組のデータが得られた。ガス状有機化合物は種類によって異なる変動パターンを示した。図 2 - 4 は、トリクロロエチレン、ブロモホルム、アセトンの変動をオゾン濃度の時間平均値と共にプロットしたものである。トリクロロエチレン (図 2) はオゾンと強い正の相関を示し ($R=0.90$ 、図 5)、オゾン濃度が検出限界の 0.1 ppb 以下となった 4 月 4 日と 8 - 9 日には 4 - 5 ppt から 0.5 ppt まで下がっている。イソペンタン、*n*-ブタン、テトラクロロエチレンもオゾンとは明白な正の相関を示した

($R=0.77$, 0.77 , 0.60)。このことは、オゾン破壊の起こっている北極海上の気団内で炭化水素や二重結合を持つ塩素化合物の破壊も進んでいることを示している。逆に、ブロモホルム (図 3) とオゾンの間には負の相関が見られた ($R=-0.87$)。これは、海洋プランクトン起源のブロモホルムが大気中に放出されて北極海上に停滞する気団内に蓄積した結果と考えることができる。また、図 4 に見られるようにガス状有機化合物の主要な酸化反応生成物である

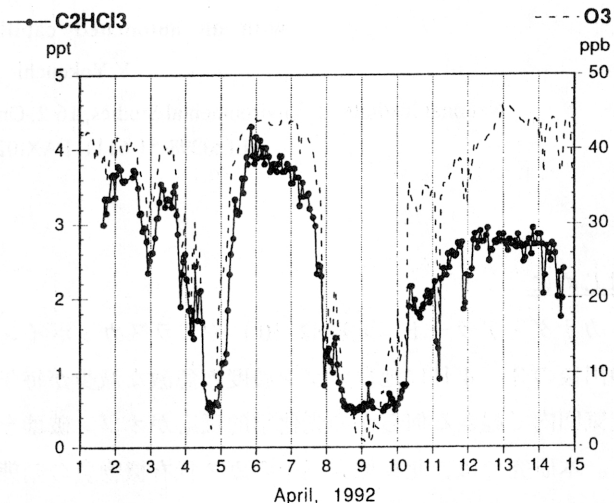


図2. 大気中トリクロロエチレン濃度の変動
(オゾン濃度の測定はAESのDr.K.Anlaufによる)

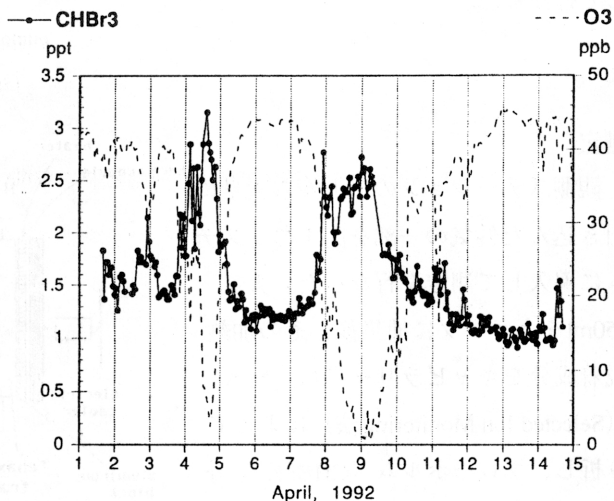


図3. ブロモホルム濃度の変動

アセトンもオゾンに対し負の相関 ($R = -0.90$) を示した。このように、オゾン減少時には多くの反応性ガス状有機物質が減少し、アセトンが増加することが明かとなったが、このことはガス状有機物質の酸化的反応がオゾン破壊と密接に関係している可能性を強く示唆するものである。その反応を特定してオゾン破壊への寄与を評価するために、今後、実測データを踏まえた大気化学反応モデルを構築する必要がある。特に、トリクロロエチレンとOHラジカルの反応は、塩素原子を高収率で生成するため、オゾン破壊に対する塩素原子の影響についても検討する必要がある。

おわりに

本研究は科学技術庁振興調整費による「北極域における気圏・水圏・生物圏の変動及びそれらの相互作用に関する国際共同研究」の一部として実施された。

共同研究者：秋元肇（国立環境研究所）

L.Barrie, J.W.Bottenheim, K. Anlauf (Atmospheric Environment Service, Canada)

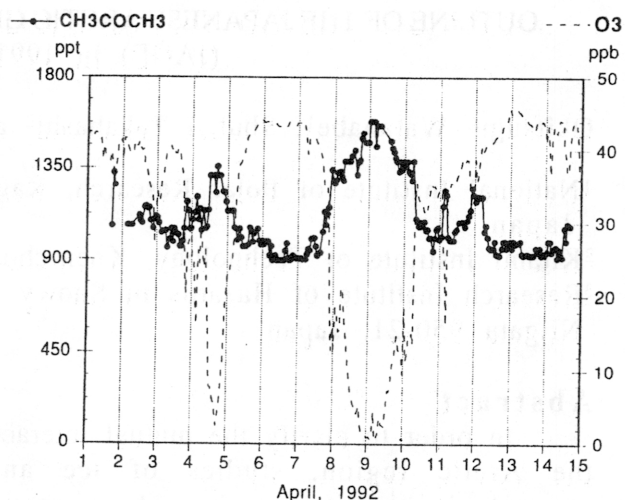


図4.大気中アセトン濃度の変動

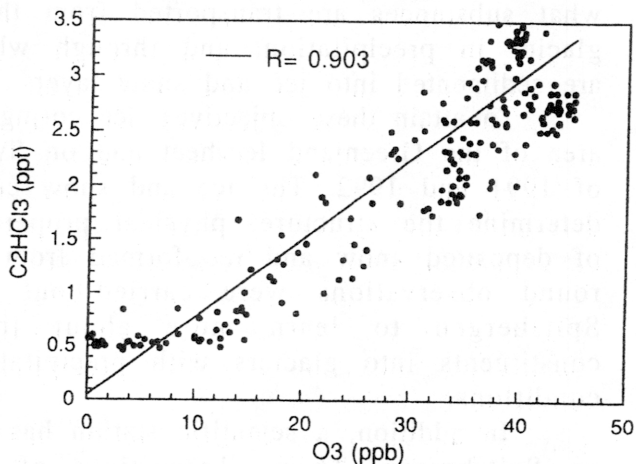


図5.トリクロロエチレンとオゾンの相関

OUTLINE OF THE JAPANESE ARCTIC GLACIOLOGICAL EXPEDITION (JAGE) in 1991-1992

Okitsugu Watanabe¹, Shuhei Takahashi² and Shun'ichi Kobayashi³

¹National Institute of Polar Research, Kaga 1-9-10, Itabashi, Tokyo 173, Japan

²Kitami Institute of Technology, Koen-cho 165, Kitami 090, Japan

³Research Institute of Hazards in Snowy Areas, Niigata University, Niigata 950-21, Japan

Abstract

In order to clarify the mutual interactions among air, ice and snow in the Arctic region, studies of ice and snow, and observations of atmospheric constituents, have been carried out in Greenland and in the Svalbard archipelago. The purpose of these observations is to determine what substances are transported from the atmosphere to icesheet and glacier in precipitation, and through what processes those substances are sedimented into ice and snow layers.

To attain these objectives, ice coring was carried out on the summit area of the Greenland Icesheet and on Svalbard glaciers in the summers of 1991 and 1992. The ice and snow cores obtained were analyzed to determine the structure, physical properties and chemical composition of deposited snow and ice formed from it. In addition, detailed year-round observations were carried out on the Brøgger Glacier on Spitsbergen to learn more about the transport of atmospheric constituents into glaciers with precipitation under present atmospheric conditions.

In addition, a scientific station has been established at Ny-Alesund on Spitsbergen. There observations of trace atmospheric constituents have been carried out, together with vertical atmospheric radar and infrared radiation observations to study precipitation processes.

This report outlines field observational activities in the summers of 1991 and 1992.

1. Introduction

The Japanese Arctic Glaciological Expedition (JAGE) is a 6-year project started in 1987. The activities in 1987 and 1989 have already been outlined in reports by O. Watanabe and Y. Fujii (1988 and 1990). The years without observations were used for analysis and tests on samples performed in Japan. The program was planned by an Arctic Research Committee under auspices of the Japanese Society of Snow and Ice, headed by Prof. S. Kobayashi of Niigata University until 1990 and subsequently by Prof. S. Takahashi of Kitami Institute of Technology,

and implemented by research teams under the leadership of Prof. O. Watanabe of the National Institute of Polar Research. There were 3 research teams: one conducted snow-ice drilling in Greenland; one conducted snow-ice drilling on the Svalbard archipelago; and the third was an atmosphere and ocean research team based at Ny-Alesund. The three teams pursued their observations independently.

The observational activities of the three JAGE teams in 1991 and 1992 are described in this report. Sites of the observational activities during 1987 and 1992 are shown in Fig. 1.

2. Objectives of JAGE in 1991 and 1992

JAGE is a 6-year project (1987-1992). The main objectives of the first phase (1987-1990) were to perform shallow drilling, to depths from 10m to 200m, at several locations in the Arctic region having different cryospheric environmental conditions: at Site J in the southwestern part of the Greenland Icesheet; on mountain glacier (Högste Breakulen) on mainland Norway; and on an ice dome in the Svalbard archipelago (Høgghetta ice cap on Asgårdforinna, Spitsbergen), and, through analysis of the cores that were obtained, to clarify the changes in regional climate and environment over the last several hundred years indicated by the various signals in those cores, and then to compare them with one another.

The objectives of the second phase of JAGE, 1991-1992, are to clarify (i) the sources of the materials producing the various signals (types of substances and their variations) in the ice and snow layers of Icesheet and glaciers and how they are transported through the atmosphere to the ice and snow region; (ii) how those signal substances are sedimented into the ice and snow layers of Icesheet and glaciers; (iii) how those signal substances and their properties vary from one region to another, and, if there are significant variations, what causes them.

3. Research program on the summit of the Greenland Icesheet in 1991-1992

3. 1 Objectives

The shallow coring program on the summit area of the Greenland Icesheet had two objectives. The first was to conduct an operational test of a prototype of the deep ice coring drill to be used for planned drilling in the interior of Antarctica through ice and snow layers deposited over the last 200,000 years. This drill is of the liquid-filled bore hole type. First it was necessary to drill a 100m deep bore hole with a shallow type drill and use the snow-ice core obtained for analysis of the climatic and environmental changes in the vicinity of the Greenland Icesheet

summit over the last several hundred years. Then the hole was filled with kerosene, and a deep drilling test conducted, yielding a core from depths below 100m which was then analyzed. This series of tests served mainly to develop drilling technology for future observations.

Analysis of the properties of the cores obtained is to be carried out as a joint project with the Geophysical Institute, Copenhagen University starting in 1993.

3. 2 Research sites and field operations

The drilling site was on the summit dome of the Greenland Icesheet at 72° 35' N, 37° 38' W, 3,230m elevation, adjacent to the deep drilling site of GRIP (Greenland Icecore Project) planned as joint research of researchers of several European countries under auspices of the European Science Foundation. Japan's deep drilling test received electrical power and logistical support from GRIP.

Drilling was done on the summit dome of the Greenland Icesheet for 26 days, from June 20 to July 15, 1991. First shallow drilling was done to 76m; then the bore hole was filled with kerosene, and a deep drilling test in the liquid filled bore hole was conducted to 96m.

Drilling was done again for 29 days from June 1 to 29, 1992. At that time a newly developed reamer was tested, and a test was also conducted of deep drilling below 90m. The reamer enlarges the bore hole diameter for insertion of the casing that is used to prevent leakage of the filling liquid from the firn layer during liquid-filled drilling.

3. 3 Participants

Chief investigator in the 1991 and 1992 project

Okitsugu WATANABE: National Institute of Polar Reserch (N. I. P. R)

Field members in the 1991 operation

Hitoshi SHOJI: Faculty of Science, Toyama University

Kunio KAWADA: Faculty of Science, Toyama University

Takao KAMEDA: Kitami Institute of Technology

Hideaki MOTOYAMA: N. I. P. R

Kunio SHINBORI: Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Yoichi TANAKA: Geosystems Co. Ltd

Morihiro MIYAHARA: Geotech Co. Ltd

Field members in the 1992 operation

Yoshiyuki FUJII: N. I. P. R

Nobuhiko AZUMA: Nagaoka Institute of Science and Technology

Hitoshi SHOJI: Faculty of Science, Toyama University

Yoichi TANAKA: Geosystems Co. Ltd

Morihiro MIYAHARA: Geotech Co. Ltd

Yoshiki NAKAYAMA: Nittoku Kensetsu Co. Ltd

4. Research programs in western Spitsbergen, Svalbard, in 1991-1992

4. 1 Objectives

The Arctic region, in addition to being a heat sink of the earth, is also a sink of substances that are released into the atmosphere from various sources. It is believed that the types and amounts of substances vary with changes in climate and environment, so the state of these substances in the atmosphere can be regarded as a kind of signal indicating what the climate and environment are like.

Such substances in the atmosphere are either washed out by precipitation, or settle out ("dry fall"). One of the objectives of this research is to clarify the processes and mechanisms by which these substances which are washed out of the atmosphere or settle ("dry fall") out fall onto the snow, become mixed in and then are fixed into the snow and ice structure.

As a fixed base for this research, Ny-Alesund in western Spitsbergen (78° 54' N, 11° 50' E) was selected. The process by which substances are mixed into accumulating snow was observed directly on the Brøgger Glacier near Ny-Alesund. In addition, shallow drilling was carried out on the Snofellafonna, the name given to the summit area of the West Spitsbergen Icefield, and cores were obtained which will be analyzed for signals which indicate climatic and environmental changes.

4. 2 Research program in western Spitsbergen, 1991-1992

4. 2. 1 Observations at Japanese Ny-Alesund Base in 1991-1992

The following fixed point observations were conducted year-round to clarify the meteorological conditions that bring about precipitation on the western coast of Spitsbergen and to investigate the year-to-year variations in precipitation and how these are related to changes in the area covered by the permanent Arctic Ocean ice pack.

- a) General meteorological observations
- b) Observations of carbon dioxide and ozone at ground level
- c) Vertical microwave radar observation of cloud water content and infrared radiometer measurements of cloud bottom temperatures

We note here that the Svalbard archipelago is located at the boundary between the permanent ice pack and the seasonally ice-covered zone, the location of which changes from year to year

4. 2. 2 Observations on the Brøgger Glacier

Year-round observations were conducted with the objective of determining the chemical and particulate constituents in accumulated snow on the glacier, their seasonal variations, and their redistribution through penetration of melt water into the snow cover during the melting season. In particular, the following observations were carried out:

- a) Observations of snow stratification and taking of snow samples from the surface layer of snow in a pit
- b) Observations of changes in the amounts of organic substances and of biological activity in the surface layer of the glacier
- c) Observations of glacier surface temperature and of the behavior of surface melt water using an infrared camera
- d) Meteorological observations to determine the thermal budget of the glacier

4. 2. 3 Taking of snow-ice cores by shallow drilling at the upper end of Snofjellaonna

In order to verify the process of mixing of various substances into the accumulated snow layer as observed on the Brøgger Glacier, and to study the changes in these substances over the last few decades, shallow drilling to 24m and to 84m was carried out at the upper end of the Snofjellaonna. In addition, the temperature distribution in these bore holes was measured, and an infrared camera was used to observe the temperature distribution on the glacier surface. These data are presently being analyzed in the laboratory.

4. 3 Participants

Chief Investigator in the 1991 and 1992 project

Okitsugu WATANABE: N.I.P.R.

Field Member in the 1991 project

Shun'ichi KOBAYASHI: Leader, Niigata University

Shuhei TAKAHASHI: Kitami Institute of Technology

Hiroiyuki ENOMOTO: Kitami Institute of Technology

Kumiko GOTO-AZUMA: Nagaoka Institute of Snow and Ice Studies,
National Institute for Earth Science and Disaster Prevention(NIEP)

Field Member in the 1992 project

Shuhei TAKAHASHI: Leader, Kitami Institute of Technology

Shiro KOSHIMA: Tokyo Institute of Technology

Takao KAMEDA: Kitami Institute of Technology

Kumiko GOTO-AZUMA: Nagaoka Institute of Snow and Ice Studies,
NIEP

Jon O. HAGEN: Norwegian Institute of Polar Research

Okitsugu WATANABE: Temporary participants, N.I.P.R.

A report on the research activities in western Spitsbergen in 1991-1992 has been given in S. Takahashi, S. Kobayashi and O. Watanabe (1993), "Field activities of the Japanese Arctic Glaciological Expedition to the western Spitsbergen in 1991 and 1992 (JAGE 1991-1992)".

5. Acknowledgments

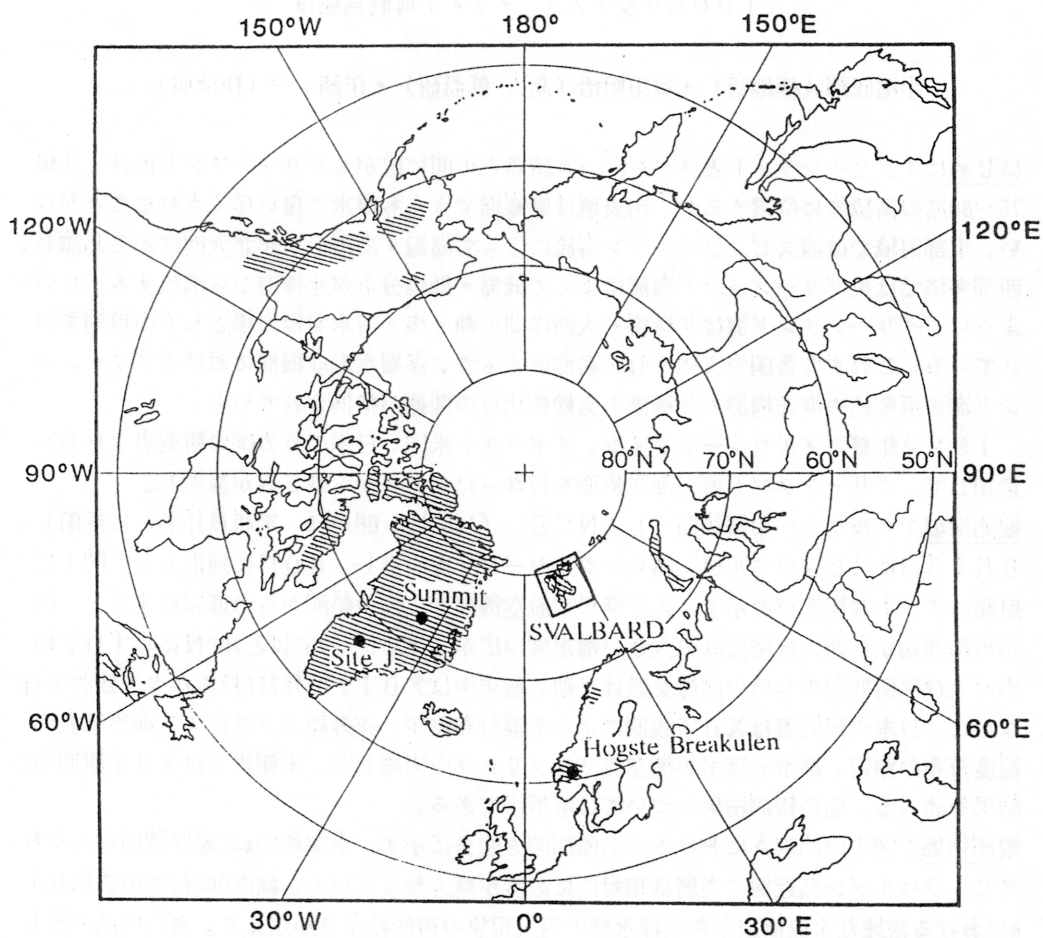
We would like to express our sincere appreciation to the steering committee of the Greenland Icecore Project (Chairman: Dr. H.B. Stauffer) for their operational cooperation. Our particular thanks are due to Dr. N. Gundestrup of University of Copenhagen and Prof. S.J. Johnsen of University of Iceland, for their hearty cooperation and technical advice on our Greenland drilling test operation.

On our svalbard project, we would like to express our sincere gratitude to Norwegian Polar Research Institute for research cooperation in Spitsbergen. Our particular thanks are due to Dr. J.O. Hagen for his glaciological cooperation, to all staff in Ny-Alesund station of the Norwegian Polar Research Institute. Thanks are also due to Mr. M. Stene and his staff of King Bay Coal Company in Ny-Alesund.

This research was supported by the Grant of International Scientific Research Program of the Ministry of Education, Science and Culture (No. 03041089).

References

- Takahashi, S. and Kobayashi, S. and Watanabe, O. (1993): Field Activities of the Japanese Arctic Glaciological Expedition to the western Spitzbergen in 1991 and 1992 (JAGE 1991-1992). Bulletin of Glacier Research, 10, 000-000.
- Watanabe, O. and Fujii, Y. (1988): Outline of the Japanese Arctic Glaciological Expedition 1987. Bulletin of Glacier Research, 6, 47-50.
- Watanabe, O. and Fujii, Y. (1990): Outline of the Japanese Arctic Glaciological Expedition in 1989 (JAGE 1989). Bulletin of Glacier Research, 8, 103-106.



- Glacier Drilling Site
- Japanese Observation Station

1992年夏季グリーンランド海調査速報

牛尾収輝（極地研）・本田明治（北大 低温研）・伊藤 一（極地研）

はじめに：グリーンランドとスバルバル諸島との間に広がるグリーンランド海は、北緯75～80度の高緯度に位置するが、南東域は厳寒期でさえも海水で覆い尽くされることがない。東部海域では西スピッツベルゲン海流によって高温・高塩分水が北大西洋から北流し、西部海域では東グリーンランド海流によって低温・低塩分水が北極海から南流する。このように、グリーンランド海は北極海—大西洋間の熱・塩・海水交換の場としての役割を担っている。これまで各国で実施された観測によって、深層水形成機構におけるグリーンランド海的重要性や海洋構造と北極圏の気候変化との関連が指摘されている。

1992年夏、ノルウェー、ドイツ、イギリス、米国、日本の5カ国の研究者16名が参加して、グリーンランド海の海洋観測を行なった（日本からは2名が参加）。

観測海域：ノルウェーの観測船‘LANCE’（1350トン、66メートル、乗組員15名）に乗船し、8月18日にスピッツベルゲン島ロングイヤービンを出港し、30日に帰港した。図1に航路および主な観測点を示す。人工衛星や航空機観測、他の船舶からの通報によると、航路の最西端から西には密接度の大きい海水域が広がっていた。75°Nと79°NにCTD、採水および係留観測のための測線を設けた他、航走中はXBT、DRIFTER投入などの観測を行なった。日本の研究者はXBT観測による水温分布測定、赤外線カメラによる海水域表面温度分布の測定、採水、海水平衡空気サンプリングを実施した。本報告ではXBT観測の結果を述べる。他の観測結果については解析中である。

観測結果：図1の測線Aにおける水温断面図を図2に示す。水深約50mに温度躍層がみられ、スピッツベルゲン島近海の表層は相対的に温度が高くなっている。経度0度付近の表層100mにおける複雑な水温構造から異種水塊の貫入現象の可能性がうかがえる。また凹凸の激しい等温線は3～5°E付近で、上に凸となる形状を示しており、反時計回り循環のあることがわかる。図3に測線Bの水温断面図を示す。この78°30'N線においても水温構造の水平変化傾向は測線Aのそれと類似している。測線の東方（13°E以東）はフィヨルド内に入り、複雑な水温プロファイルを示している。これは陸水の流入、外洋水との混合の影響が水温分布にあらわれたものと考えられる。

終わりに：グリーンランド海の海水域変動と海洋構造（水温・塩分・溶存酸素量分布など）の関係を明らかにすることは北極域の海洋環境変動を知る上で重要である。今後も継続的な外洋域の観測と、外洋水の流入するフィヨルド域の海洋観測を併せて行ない、両者の変動と北極域の気候変化との関係を探ることが研究テーマのひとつとなる。

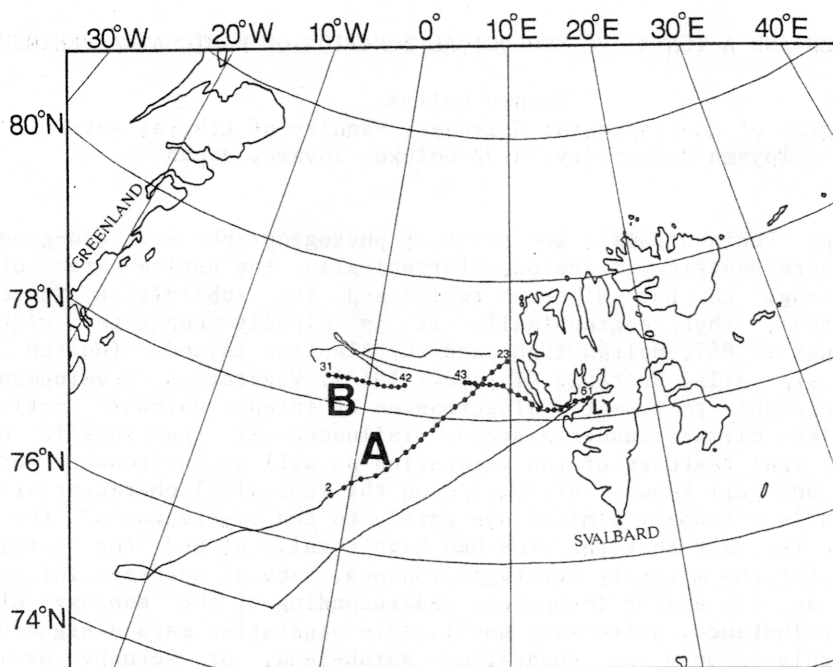


図1．航路およびXBT観測点
(LYはロングイヤービン)

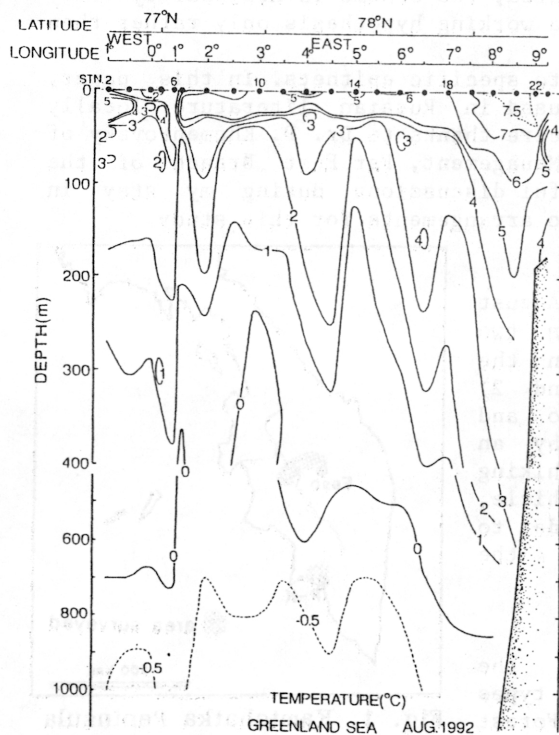


図2．測線Aの水温断面図

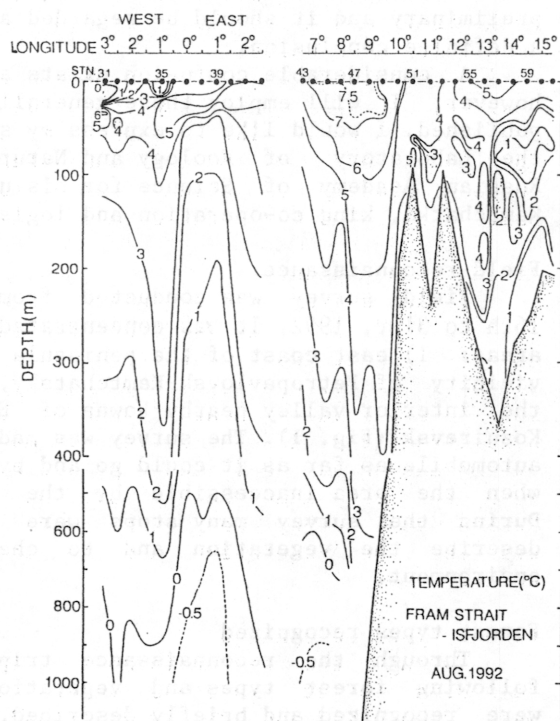


図3．測線Bの水温断面図

FOREST TYPES AND A TENTATIVE ECOLOGICAL ZONATION OF KAMTCHATKA PENINSULA

Satoru Kojima

Program of Environmental Sciences, Faculty of Liberal Arts
Toyama University, 3190 Gofuku, Toyama, Japan

Introduction

Kamtchatka Peninsula is a key point of phytogeography and eco-geography of the northern Pacific rim region. Floristically, the entire area of the peninsula belongs to Euro-Siberian region and its subdivision Kamtchatka (Takhtajan 1969). Phytogeographically it is closely connected with the Beringia (Hopkins 1967, Hultén 1968) and the Aleutian Islands (Hultén 1960, 1968) which are called Hultenia (Tatewaki 1963). Vegetation development is unique due presumably to repeated disturbances by intense volcanic activities and a peculiar climate under a strong influence of the Pacific Ocean. Nevertheless, real features of the vegetation as well as environment of the peninsula are not well known. Information on the ecological characteristics of the peninsula is extremely limited due partly to the remoteness of the area and partly to the fact that the area had been totally closed for foreigners for long time for the military strategic reasons. Lack of accurate information has yielded an ill and/or incomplete understanding of the ecology of the peninsula. For instance, quite many small-scale vegetation maps designated the entire peninsula simply as tundra, or shrub-land, or scrubby deciduous forests, which is not true, indeed.

In summer of 1992, I had an opportunity to conduct a vegetation survey of the peninsula. This paper is to report some findings of my survey and based on them to propose a tentative scheme of an ecological zonation of Kamtchatka Peninsula. Nonetheless, because my reconnaissance is very limited and too short for such an extensive size of the area, the scheme is necessarily very preliminary and it should be regarded as a working hypothesis only rather than a definite conclusion.

A considerable confusion exists as to specific epithets. In this paper, however, I will employ those generally used in Russian literature locally published. I would like to express my sincere thanks to Dr. P. Khomentovsky of the Laboratory of Ecology and Nature Management, Far East Branch of the Russian Academy of Science for his useful discussions during my stay in Kamtchatka, kind co-operation and logistic arrangements for this study.

Field reconnaissance

Field survey was conducted from August 16th to 31st, 1992. It was concentrated in two areas: 1) east coast of the peninsula in the vicinity of Petropavlovsk-Kamtchatsky, and 2) the interior valley nearby towns of Esso and Kozuirevsk (Fig. 1). The survey was made by an automobile as far as it could go and by hiking when the area inaccessible by the vehicle. During the survey many stops were made to describe the vegetation and to check the environment.

Forest types recognized

Through the reconnaissance trips, the following forest types and vegetation types were recognized and briefly described. Forest

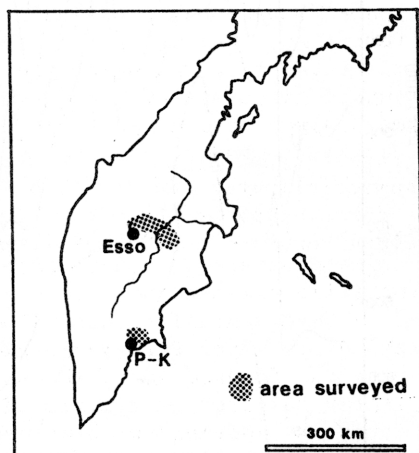


Fig. 1. Kamtchatka Peninsula and the surveyed areas.

type is a physiognomic unit mainly characterized by dominants of the forest canopy layer. Vegetation type (subdivision of the forest type) is a phytocenotic unit characterized by a combination of dominants of different sinusiae.

1. Pinus pumila forest type
 - 1a. P. pumila - lichen type
 - 1b. P. pumila - Ledum - moss type
 - 1c. P. pumila - Ledum - Sphagnum type
2. Picea ajanensis forest type
 - 2a. P. ajanensis - moss type
 - 2b. P. ajanensis - Equisetum pratense type
3. Larix kamtchatica forest type
 - 3a. L. kamtchatica - Pinus pumila - Ledum - Vaccinium vitis-idaea type
 - 3b. L. kamtchatica - Pinus pumila - Ledum - Sphagnum type
 - 3c. L. kamtchatica - Betula platyphylla - Vaccinium vitis-idaea type
 - 3d. L. kamtchatica - Betula platyphylla - herbaceous type
4. Betula ermanii forest type
 - 4a. Betula ermanii - herbaceous type

Of the four forest types listed above, the Pinus pumila forest type and Betula ermanii forest type are very extensive in the peninsula. Indeed, they are the main vegetation of Kamtchatka Peninsula. Occurrences of the Picea ajanensis forest type and the Larix kamtchatica forest type are strictly confined to the interior valley along the Kamtchatka River.

Altitudinal positions of the forest types and their climatic relations

The four forest types shown above seem to have been differentiated primarily on the basis of altitude. Fig. 2 depicts their vertical relationships for the east coast and the interior valley regions. It is clearly noted that in the east coast of the peninsula, the altitudinal belts are substantially lowered down and the two coniferous forest types are completely squeezed out. Such a difference appears to have substantiated by climatic characteristics of the coastal and interior regions. Fig. 3 illustrates relationships of the forest types and climatic conditions in terms of annual total precipitation and mean monthly temperature of July. The tilted oval shape represents a climatic range of forests and alpine tundra in Kamtchatka Peninsula. One may notice that the Larix kamtchatica forest type develops in the areas of warm summer and a small precipitation comparatively, while alpine tundra in areas of cool summer and a large precipitation comparatively. One may also notice that, in the diagram, the boundaries of the forest types become steeper toward the Larix kamtchatica forest type. Fig. 3 is, indeed, to indicate relations of the forest types and summer climate. The fact that Larix kamtchatica forest type and Picea ajanensis forest type are confined to the interior valley suggests that they have developed under a continental type of climate whereas other types tend to have occurred under a cool and humid maritime climate.

Continentality index (Conrad 1946) and oceanity index (Amann 1929) were calculated for Petropavlovsk-Kamtchatsky and Kozuievsk to see correlations with the forest types. The former town represented a coastal climate while the latter an interior climate. Evidently climate of Petropavlovsk-Kamtchatsky is typically oceanic with an oceanity index 45.1 and continentality index 24.5, whereas that of Kozuievsk highly continental with an oceanity index 14.9 and continentality index 49.8. In the Fig. 3, an axis of the elliptic shape which

is tilted seems to represent a trend of continentality/oceanity of climate. Then, the Larix kamtchatica forest type develops under a climate most continental or least oceanic. On the other hand, the Betula ermanii forest type occurs under the most oceanic or least continental climate. The reason why the Betula ermanii forest develops in higher elevation is not necessarily solely because of cooler climate but of more humid oceanic nature of climate presumably with a large amount of snow. The differentiation of the Betula ermanii forest type and the Pinus pumila forest type appears to have been substantiated primarily by a thermal regime, i.e. the Pinus pumila forest type under a colder climate.

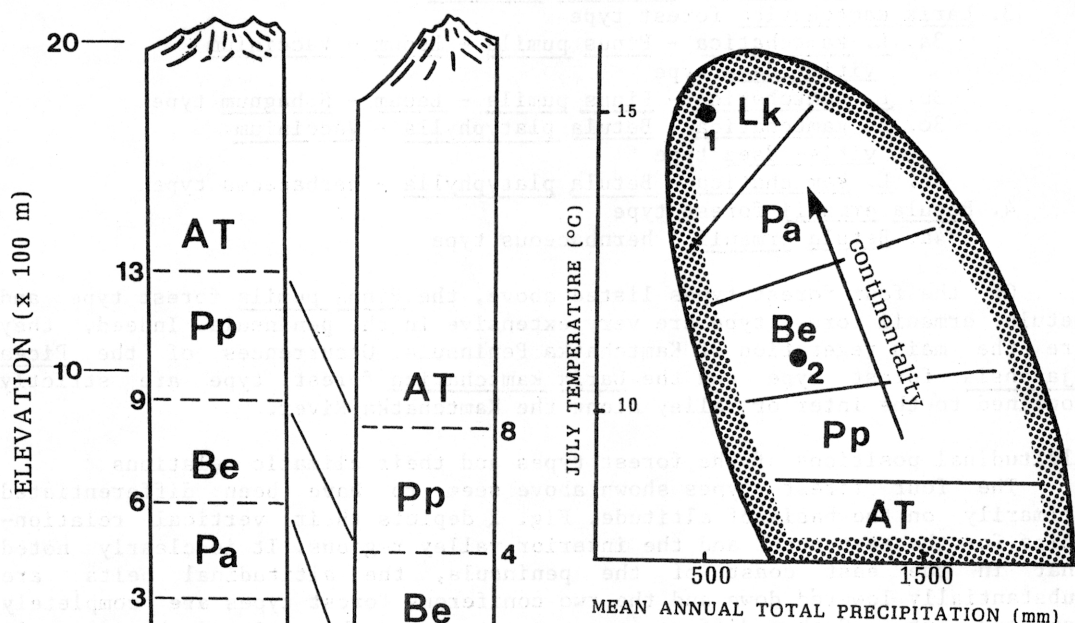


Fig. 2. Altitudinal belts of Kamtchatka Peninsula.

Fig. 3. Differentiation of the five ecological zones in relation to climate. 1. Kozuirevsk, 2. Petropavlovsk-Kamtchatsky.

AT: alpine tundra zone, Pp: Pinus pumila zone, Be: Betula ermanii zone, Pa: Picea ajanensis zone, Lk: Larix kamtchatika zone.

Ecological zones of Kamtchatka Peninsula

The above four forest types are to represent well matured vegetation in the peninsula and, therefore, to constitute climax or quasi-climax stands in the area. It is therefore conceivable that each of them represents an ecological zone. An ecological zone is a geographical extent of more or less uniform macro-climate and hence generating one type of climatic climax phytogeocoenoses; it is comparable to a biogeoclimatic zone of Krajina (1965, 1969). In Kamtchatka Peninsula, at least four ecological zones are distinguished for the forested regions. If we include an alpine tundra in the

zonation scheme, five ecological zones may be recognized in the peninsula. Table 1 presents a scheme of the ecological zonation for Kamtchatka Peninsula.

The alpine tundra zone is characterized by an extensive development of treeless tundra vegetation. It develops above tree line mainly of Pinus pumila where environment is extremely harsh with low temperature, strong wind, short vegetative season. It is extensive particularly in the northern part of the peninsula. However, a complication in delineating the alpine tundra zone lies in the fact that intensive volcanic activities in the peninsula generates extensive barren landscapes which may look like an alpine tundra to mislead the determination. It is therefore very necessary to rigidly distinguish zonal treeless vegetation from azonal ones. The Pinus pumila zone develops in high elevations but below the alpine tundra zone. It is one of the most extensive vegetations in the peninsula. Pinus pumila is typically of a subarctic element. It is not only well adapted to a great amount of snow by creeping scrubby growth habit but also requires it to protect itself from winter freezing and desiccation. Such a snowy condition is characteristic to a maritime climate. The Betula ermanii zone also develops widely in mid- to high elevations in the interior and low elevations in the coastal regions, but in lower elevations than the Pinus pumila zone. Its occurrence is also associated with snow. In most instance, Betula ermanii forms pure stands and is self-perpetuating. This is presumably because of a lack of competing tree species in the peninsula. Occurrence of the Picea ajanensis zone is limited in small areas to the mid-elevations of the interior valley. It is altitudinally situated in between the Betula ermanii zone in higher elevations and the Larix kamtchatka zone in lower elevations. It seems to require humid climate but not excessively. Development of the Larix kamtchatka zone is restricted to low elevations of the interior valley where climate becomes typically continental, i.e. hot summers and cold winters with a broad annual temperature amplitude. Snow accumulation is moderate (Man'ko 1978). Forest in most instances consists predominantly of Larix kamtchatka, but occasionally mixed with Betula platyphylla.

Table 1. Ecological division and zones of Kamtchatka Peninsula

Ecological division	Physiognomy	Ecological zone
1. Alpine Tundra	tundra	alpine tundra zone
2. Subarctic		
i) humid maritime	evergreen scrubby coniferous forest	<u>Pinus pumila</u> zone
3. Boreal		
ii) perhumid maritime	deciduous broad-leaved forest	<u>Betula ermanii</u> zone
iii) humid continental	evergreen coniferous forest	<u>Picea ajanensis</u> zone
iv) subhumid continental	deciduous coniferous forest	<u>Larix kamtchatka</u> zone

Summary and conclusion

Forests of Kamtchatka Peninsula were surveyed. Four forest types were recognized, each of which represented an ecological zone. Including the alpine tundra zone, then five ecological zones were distinguished. They were differentiated on the basis of macro-climate but more specifically by a degree of continentality/oceanity trend. Of the five zones, the Larix kamtchatka zone and the Picea ajanensis zone were confined to the interior valley where climate became characteristically continental. Other two zones, the Pinus pumila zone and Betula ermanii zone which occurred widely throughout the

peninsula, seemed to have developed under humid and perhumid maritime climates with a great amount of snow. The alpine tundra zone developed under an extremely cold and humid climate of high elevations. Intensive and extensive volcanic activities along with the maritime climate seemed to have generated the vegetation characteristics in the peninsula.

References

- Amann, J. 1929. L'hygrothermie du climat facteur determinant la repartition des especes Atlantiques.
- Conrad, V. 1946. Useful formulas of continentality and their limits of validity. Trans. Am. Geophys. Union 27:663-664.
- Hopkins, D.M. (ed.). 1967. The Bering Land Bridge. Stanford Univ. Press, Stanford. 495 pp.
- Hultén, E. 1960. Flora of the Aleutian Islands. 2nd ed. J. Cramer, New York, 376 + figures.
- . 1968. Flora of Alaska and neighbouring territories. Stanford Univ. Press. Stanford, xxii + 1008 pp.
- Krajina, V.J. 1965. Biogeoclimatic zones and biogeocoenoses of British Columbia. Ecol. Western N. Am. 1:1-17.
- . 1969. Ecology of forest trees in British Columbia. Ecol. Western N. Am. 2:1-147.
- Man'ko, Yu. 1978. Elovie lesa Kamtchatki (Picea forests in Kamtchatka). Publ. Office, Acad. Sci. USSR, Moscow. 256 pp.
- Takhtajan, A. 1969. Flowering plants: origin and dispersal. Smithsonian Inst. Press, Washington, 310 pp.
- Tatewaki, M. 1963. Hultenia. J. Fac. Agr., Hokkaido Univ. 53:131-199.

温室効果気体研究における北極域の役割

中澤 高 清

大気海洋変動観測研究センター、東北大学理学部、仙台市青葉区荒巻字青葉

電話：022-222-1800、FAX：022-262-3357

Importance of the Arctic for the Cycle of Greenhouse Gases

Takakiyo Nakazawa

Center for Atmospheric and Oceanic Studies

Tohoku University, Sendai 980, Japan

Phone: 022-222-1800, FAX: 022-262-3357

1. 緒言

大気中の温室効果気体の濃度がここ200年の間に急速に増加してきたことは多くの研究結果から明らかな事実であり、この増加原因を定量的に理解することは今日の大きな研究課題である。この問題の解決のためにさまざまな試みがなされているが、大気中の温室効果気体の濃度および炭素同位体比の分布と変動を広域かつ長期にわたって詳細に把握し、炭素循環モデルを用いて諸気体の放出源・吸収源の強度の時間的・空間的変動を推定することが有効かつ現実的な策と考えられる。しかしながら、今日までに得られた結果は必ずしも統一的ではなく、多くの矛盾を含んでいる。ここでは、温室効果気体の循環を解明する上で、北極域においてどのような観測的研究を行なう必要があるかについて簡単に述べる。

2. 北極域における航空機観測

CO₂は先進諸国における化石燃料消費と主に赤道域における森林破壊によって大気に放出され、そのうちの一部が大気に残留し、残りが海洋または生物圏に吸収されている。また、CH₄は湿地、湖沼、水田、反芻動物、天然ガスの採掘、バイオマス燃焼、埋め立てなどから発生し、大気中でOHラジカルとの反応および土壌による吸収によって消滅しており、耕地化、施肥等から発生したN₂Oや人工物質であるCFC等のハロカーボン類は成層圏で消滅している。このように、多くの温室効果気体は大陸内部で発生し、主に大気および大陸内部で消滅・吸収されている。一方、現在の温室効果気体のモニタリング網は、濃度の長期的変動の監視に主に着眼して展開されてきたために、孤島や山岳部に偏っており、諸気体の濃度の変動・分布を十分に把握しているとは言えない。特に、シベリアを含む北極域からはCO₂やCH₄が人間活動や自然的要因によって多量に放出されてい

ると考えられているが、今日までその実態は全く把握されていないので、系統的な観測が望まれる。この目的のために、地上観測を充実することも大切であるが、放出源・吸収源強度がかなり強いと期待され、

また、強い接地逆転層が発生するので、航空機を用いた観測がより効果的であろう。図1と2に、1992年7月にシベリア上空で行なわれた航空機観測から得られた CO_2 と CH_4 の濃度の高度分布の例を示す。大気中の CO_2 の季節変化はほぼ8月に最低濃度に達するが、観測された約340 ppmvは極めて低く、季節変化の振幅は同緯度の海洋上での値の約2倍と考えられる。また、大気中の CH_4 濃度はOHとの反応によって夏期に最低値を示すが、同時期の仙台北の航空機観測の結果と比較すると、約100 ppbvも高く、多量の CH_4 が放出されていることを意味している。ここで示した例は限られた季節の結果であり、3次元循環モデルの検証には大変有効であるが、より確かな結論を得るためには年間を通した観測が必要である。

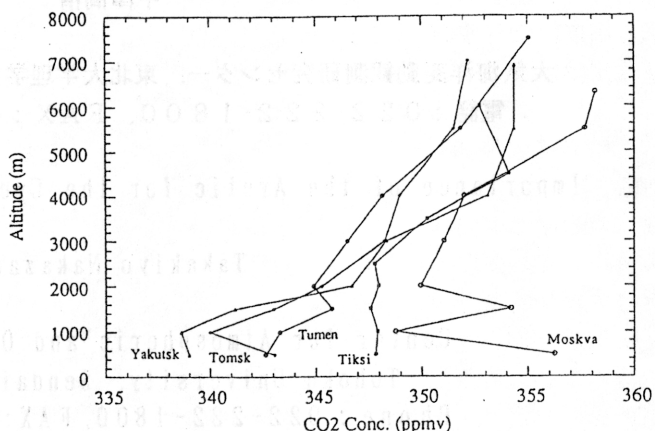


図1. 1992年7月にシベリア上空で観測された CO_2 濃度の高度分布

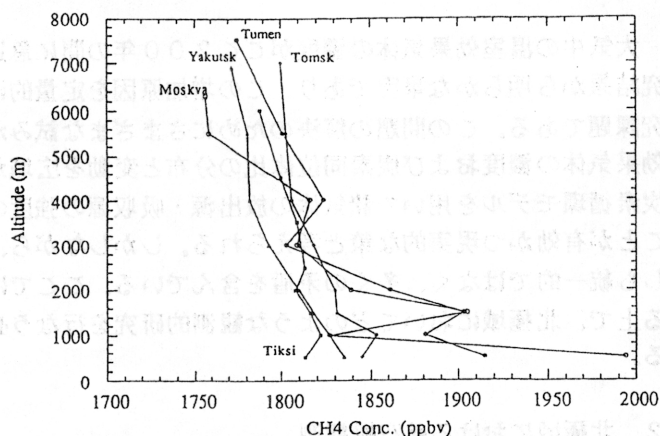


図2. 1992年7月にシベリア上空で観測された CH_4 濃度の高度分布

3. 高緯度における成層圏大気の大気球観測

前でも述べたように、全ての温室効果気体は対流圏で発生しており、 N_2O やCFCは成層圏で破壊されている。これらの気体の収支を評価するためには、対流圏から成層圏および成層圏内部での物質輸送の過程を詳細に理解する必要があり、大気球を用いた成層圏大気の系統的採集が不可欠である。現在、我々は日本上空において大気球観測を実施している。図3に、得られた成層圏における CO_2 濃度の高度分布を示す。なお、成層圏には CO_2 の放出源も吸収源もないので、物質輸送過程を理解するためには好都合な気体である。この図から分かるように、成層圏においても CO_2 濃度は年々増加しており、濃度は

成層圏下部で高く、高度と共に減少し、20-25 km付近から高度によらずほぼ一定の値をとる。このような高度分布は、赤道付近の成層圏に注入された対流圏大気極域に向かう輸送速度が高度によって異なることを反映したものと考えられる。このような輸送過程をより定量的に理解するためには、中緯度に加え、物質が多量に成層圏へ注入されていると考えられる赤道域と成層圏大気が対流圏に沈降していると考えられる極域でさらに観測を行ない、多くの気体の分布と変動を把握することが必要である。

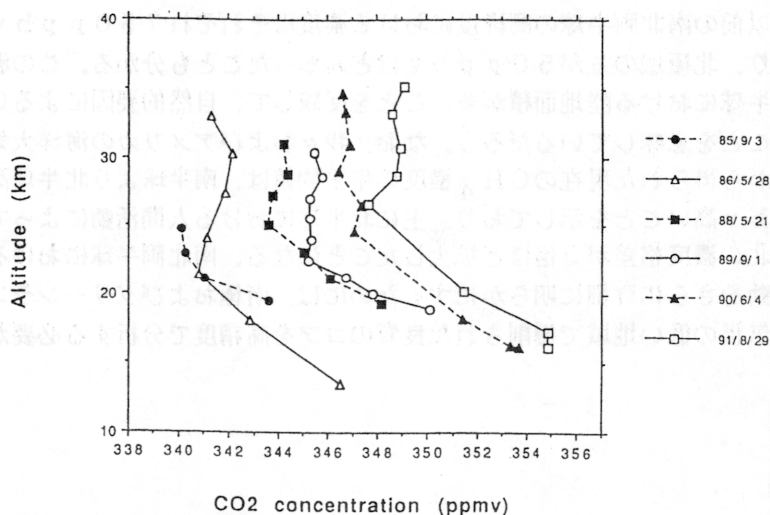


図3. 日本上空の成層圏におけるCO₂濃度の高度分布

4. 氷床コア分析による過去の温室効果気体の濃度変動の推定

大気中の温室効果気体の系統的観測において、CO₂が最も長い歴史をもつが、それでもレコードの長さは33年であり、他の気体については高々10年である。系統的観測以前の濃度変動を推定するために今日までさまざまな試みがなされてきたが、南極やグリーンランドで掘削された氷床コアに含まれる空気を抽出し、それを分析することが直接的であり信頼できる。特に、濃度増加の原因の究明にとって、南北両半球の大気中において濃度がいかに増加し、現在の緯度分布を形成したかを知ることは重要である。図4に、南極みずほ基地およびグリーンランドSite Jで掘削されたコアを分析することによって得られた過去のCH₄濃度の変動を示す。この図から、人間活発が活発になる以前のCH₄濃度はほぼ一定であり、約200年前から増加したことが分かる。また、工業

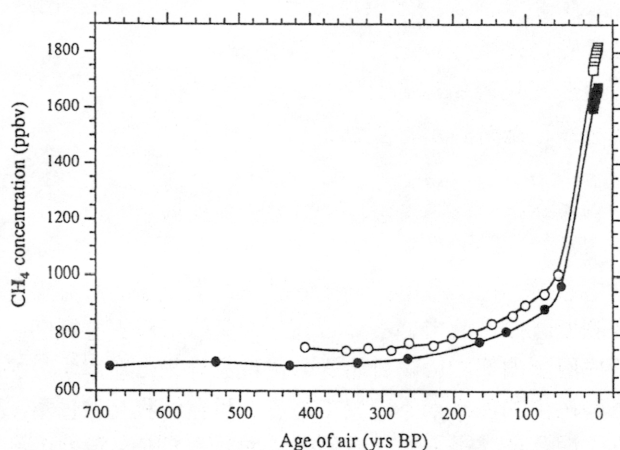
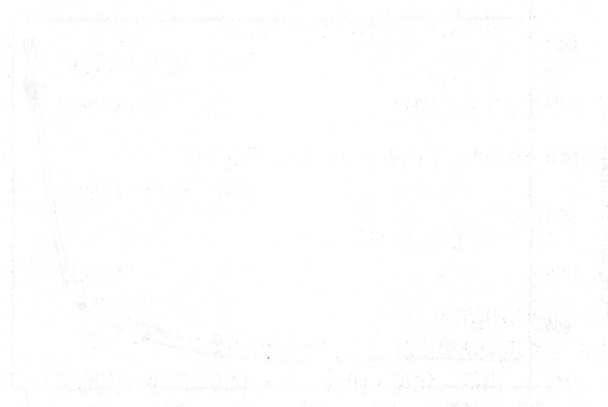


図4. 氷床コア分析から推定された南北高緯度におけるCH₄濃度の変動

化以前の南北両半球の高緯度における濃度はそれぞれ750 p p b vと700 p p b vであり、北極域の方が50 p p b vほど高かったことも分かる。この濃度差は、南半球より北半球における陸地面積が多いことを反映して、自然的要因による CH_4 の放出が多かったことを意味しているだろう。なお、我々およびアメリカの海洋大気庁が行なっている観測から得られた現在の CH_4 濃度の年平均値は、南半球より北半球高緯度の方が150 p p b v高いことを示しており、主に北半球における人間活動によってここ200年の間に南北の濃度格差が3倍ほど拡大したことになる。南北両半球における温室効果気体の濃度変動をさらに詳細に明らかにするためには、南極およびグリーンランドの函養率が高くかつ気温の低い地域で掘削された良質のコアを高精度で分析する必要がある。



北極科学研究会

国立極地研究所 講堂(6F)

1992年12月17日(木)

12:30-13:00 開場・ポスター準備

13:00-14:15 ポスターセッション(1)

101. 極域における氷河の後退と植物群落の出現
増沢 武弘(静岡大理)・神田 啓史(極地研)

102. 東ブレッガー氷河の雪氷植生
幸島 司郎(東工大理)

103. スピッツベルゲンにおける氷河の融解によるイオン濃度変化
東 久美子(防災科研長岡)

104. カナダ北極圏における最近の気候変化
中尾 正義(防災科研長岡)

105. 1992 スバルバル Snofjellaafonna での掘削調査結果の概要
亀田 貴雄(北見工大)

106. 1992 スバルバル氷河放射温度観測
高橋 修平(北見工大)

107. スバルバルISレーダー計画
松浦 延夫・藤井 良一(名大STE研)

108. アラスカにおけるエアロゾル観測(I)
岩坂 泰信(名大STE研) 他9名

109. アラスカにおけるエアロゾル観測(II)
岩坂 泰信(名大STE研) 他9名

110. 北極基地ニーオルスンにおける超高層物理観測
西野 正徳(名大STE研)

111. スピッツベルゲン島中央部のピング
小崎 尚(明大文学部)

112. スピッツベルゲン島アドベントダーレンの地形
小崎 尚(明大文学部)

113. スバルバル諸島・ニーオルスン基地における大気微量成分観測
青木 周司(極地研)

114. 1991,1992年の Ny-Alesund での雲と降水の観測
和田 誠(極地研)

115. グリーンランド Site-j コア解析による過去450年の環境変動
藤井 理行(極地研)

116. スバルバル諸島ブレッガー氷河における氷河湖崩壊洪水
伊藤 一(極地研)

117. 極域フィヨルド水塊交換過程と海洋構造変化
-Svalbard, Kongsfjordenでの夏季観測結果より-
古澤 和善・伊藤 一・小野 延雄(極地研)

14:15-14:30 休憩

14:30-15:45 ポスターセッション(2)

201. チュクチ海における気象・雪氷観測(1992年秋季)の概要
中村 亘(海洋科技セ)
202. Ice-Ocean Environmental Buoy による観測
中村 亘(海洋科技セ)
203. チュクチ海における海洋観測(1992年秋季)の概要
石井 春雄(海洋科技セ)
204. 冬季サロマ湖の細菌相 小玉 健太郎・石井晃・田中百代(三共筑波研究所)
205. 北極海の海水、北極海への河川流量及びユーラシア大陸の積雪の關係に
関する予備的考察 安成 哲三(筑波大地球科学系)
206. ポーカブラットにおける中層大気共同観測計画 森 弘隆(通総研)
207. カナダ北極域超高層観測 國分 征(東大理)
208. カナダ北極圏気象観測予備調査 Resolute Bay 及び Cambridge Bay の報告
木村 龍治・坪木 和久(東大海洋研)
209. End products of photosynthesis of ice algae in Resolute Bay
田口 哲(北海道区水産研)
210. The relationship between vertical migration and feeding rhythm of
Pseudocalanus spp. under the ice at Saroma Lake
斉藤 宏明(北海道区水産) 服部 寛(北海道東海大)
211. 北極域における川の流出の遅れ 小林 大二(北大低温研)
212. '92シベリア永久凍土調査報告 福田 正己(北大低温研)
213. ネットリック・イヌイットの石組遺構
—カナダ北極圏ベリーベイの民族考古学調査— 熊崎 保(早稲田大文)
214. 自動濃縮/キャピラリーGC/MSを用いた北極域(アラート)の
大気中微量有機物質の連続測定 横内 陽子(環境研)
215. 1992年度北極圏学術調査報告 渡辺 興亞(極地研)
216. 1992年夏季グリーンランド海調査速報
牛尾 収輝(極地研)・本田明治(北大低温研)・伊藤 一(極地研)
217. アイスアルジーの光吸収特性 工藤 栄(極地研)

15:45-16:00 休憩

16:00-17:45 オーラルセッション

1. カムチャッカ半島の森林 小島 覚(富山大教養部)
2. 温室効果気体循環における北極域の役割 中澤 高浩(東大理)
3. 北極圏、亜北極圏における建設技術 赤川 敏(清水建設技術研究所)
4. 南北極域雪氷コアによる過去の気候・環境復元 藤井 理行(極地研)

18:00- 懇親会

